

**EVALUASI KINERJA DAN MANAJEMEN PADA SIMPANG  
KARTASURA**

*Performance Evaluation And Management On Signalized  
Intersection Kartasura*

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta**



**Disusun Oleh :**

**YULITA NOVIA RAHMI**  
**NIM. I8706013**

**D3 TEKNIK SIPIL INFRASTRUKTUR PERKOTAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2010**

# **EVALUASI KINERJA DAN MANAJEMEN PADA SIMPANG KARTASURA**

*Performance Evaluation And Management On Signalized  
Intersection Kartasura*



Dikerjakan oleh :

**YULITA NOVIA RAHMI**  
**NIM. 18706013**

Diperiksa dan disetujui oleh :

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan tim penguji pendadaran  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Surakarta,    Desember 2009  
Persetujuan  
Dosen Pembimbing

**Ir. AGUS SUMARSONO, MT**  
**NIP. 19570814 198601 1 001**

**EVALUASI KINERJA DAN MANAJEMEN PADA SIMPANG  
KARTASURA**

***Performance Evaluation And Management On Signalized  
Intersection Kartasura***

**TUGAS AKHIR**

Dikerjakan oleh :

**YULITA NOVIA RAHMI**  
**NIM. I 8706013**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Pendadaran Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima guna memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapat gelar Ahli Madya.

Pada hari : Rabu  
Tanggal : 10 Februari 2010

**Ir. AGUS SUMARSONO, MT.**

**NIP. 19570814 198601 1 001**

(.....)

**Ir. Djumari, MT.**

**NIP. 19571020 198702 1 001**

(.....)

**Ir. Djoko Santoso.**

**NIP. 19520919 198903 1 002**

(.....)

Mengetahui,  
a.n Ketua Jurusan  
Fakultas Teknik UNS

Disahkan  
Ketua Program D-III Teknik  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS

**Ir. BAMBANG SANTOSA, MT**

**NIP. 19590823 198601 1 001**

**Ir. SLAMET PRAYITNO, MT**

**NIP. 19531227 198601 1 001**

Mengetahui,  
a. n. Dekan  
Pembantu Dekan I  
Fakultas Teknik UNS

**Ir. NOEGROHO DJARWANTI, MT**

**NIP. 19561112 198403 2 007**

## **MOTTO**

**Tujuan utama didunia ini hanya untuk ALLAH SWT.**

**Kembalilah kepada ALLAH SWT dengan hati yang puas lagi diridhoi-nya**

**(AL FAJR.28)**

**Selalu jujur dalam melakukan apapun juga. karena jujur akan membawa  
kebaikan dan ketentraman hidup.**

## PERSEMBAHAN

KARYA INI KU PERSEMBAHKAN UNTUK :

Babz, Mamz yang mencintaiku dan menyayangiku , yang selalu  
menanyakan kapan lulus ku , ,

Kakakku Ria dan Linda yang sukanya marah\_marah, cape ku  
dengernya , , ,

Adik-adikku yang sukanya ganggu aku pakai komputer , , ,

Eko fitriono , , , mengontrol aku dalam segalaanya dan suka  
marah\_marah , , ,

Bapak, Ibu, Gendo'z Yuli, dan semua keluarga , , ,

Indah n indri yang selalu menemani disaat susah, yang bantu n  
ngasih semangat ma aku "thank", ,

Semua anak\_anak Infrac '06 "thank all" , , ,

Semua yang mencintaiku , , ,

## **ABSTRAK**

**YULITA NOVIA RAHMI, 2009, “EVALUASI KINERJA DAN MANAJEMEN PADA SIMPANG KARTASURA”**

Simpang bersinyal merupakan suatu elemen yang cukup penting dalam sistem transportasi di kota besar. Pengaturan sinyal harus dilakukan semaksimal mungkin agar dapat membantu kelancaran laju kendaraan yang melalui persimpangan. Simpang Kartasura merupakan simpang 4 bersinyal dan simpang pertama setelah bundaran kartasura yang menjadi titik temu kendaraan dari arah Barat, dan Selatan. Simpang Kartasura terdiri dari 3 fase, fase pertama dari arah Barat (Jalan Ahmad Yani), fase kedua dari arah Timur (Jalan Ahmad Yani) dan fase ketiga dari arah Utara (Jalan Adi Sumarmo) dan Selatan (Jalan Wimbo Harsono). Sedangkan Fase merupakan bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas.

Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kinerja simpang bersinyal khususnya tingkat kinerja Simpang Kartasura berdasarkan metode MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997.

Penelitian ini berdasarkan metode MKJI 1997. Analisis dalam penelitian ini berdasarkan dari data primer yaitu data yang diambil secara langsung di lapangan. Analisa yang dilakukan meliputi data geometri, arus kendaraan, jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan berangkat dan datang.

Hasil penelitian yang dilakukan tentang kinerja dan manajemen pada simpang Kartasura, Arus kendaraan pada pukul 06.00-08.00 WIB terjadi sebesar 2960 smp/jam, kapasitas pada pendekat Utara sebesar 569 smp/jam, pendekat Selatan 313 smp/jam, pendekat Barat 682 smp/jam, dan pendekat Timur 552 smp/jam. derajat kejenuhan sebesar 1.16-1.19, untuk kendaraan terhenti rata-rata 2.18 stop/smp, selain itu juga terjadi tundaan rata-rata 359,69smp/det. Sedangkan pada pukul 11.30-13.30 WIB arus kendaraan sebesar 3471 smp/jam, kapasitas pada pendekat Utara 649 smp/jam, pendekat Selatan 289 smp/jam, pendekat Barat 786 smp/jam dan pendekat Timur 872 smp/jam, derajat kejenuhan 1.16-1.19, kendaraan terhenti rata-rata 1.86 stop/smp dan tundaan simpang rata-rata 366,28 smp/det. Kinerja pada Simpang Kartasura terdiri dari derajat kejenuhan sebesar 1.16-1.19 dari hasil tersebut mengalami (*Over Saturet*), sedangkan menurut MKJI 1997 derajat kejenuhan sebesar 0,85 ( $DS > 0,85$ ). Maka diperlu manajemen Kinerja. Dari penelitian dapat diketahui kapasitas pemakai jalan sangat besar, dikarenakan simpang tersebut merupakan jalan menghubungkan antar kota yaitu arah Utara menuju Bandara Adi Sumarmo, arah Selatan menuju jalan alternatif ke Jogja, arah Timur menuju Surakarta dan arah Barat menuju Jogja dan Semarang.

Kata Kunci: Fase, Kinerja, Manajemen.

## ABSTRACT

YULITA NOVIA RAHMI, 2009, "PERFORMANCE EVALUATION AND MANAGEMENT ON SIGNALIZEDS INTERSECTION KARTASURA"

Signalizeds intersection is a significant element in the transportation system in big cities. Signal settings must be done as much as possible in order to help smooth the speed of vehicles through the intersection. Signalizeds intersection Kartasura a crossroad and 4 signalizeds first intersection after the roundabout Kartasura became the meeting point of the vehicle from the West, and South. Signalizeds intersection Kartasura consists of 3 phases, the first phase of the West (Jalan Ahmad Yani), the second phase of the East direction (Jalan Ahmad Yani) and the third phase of the North (Adisumarmo Road) and South (Road Wimbo Harsono). While Phase is part of the cycle with a green light signal is provided for a particular combination of moving traffic.

This research is expected to know the performance especially the intersection Signalizeds intersection performance level based on the method of Kartasura MKJI (Road Capacity Manual Indonesia) in 1997.

his research is based on the method MKJI 1997. The analysis in this study based on primary data from the data taken directly in the field. Analysis performed includes geometry data, the flow of vehicles, the distance from the line to stop the conflict respectively for vehicles leaving and coming.

The results of research conducted on the performance and management in Kartasura intersection, the vehicle flow at 06.00-08.00 WIB happen for 2960 smp / hour capacity at the North approach of 569 smp / hour, 313 South approach smp / hour, 682 West approach smp / hr , and 552 East approach smp / hour. degree of saturation of 1.16-1.19, for vehicles stopped on average 2:18 stop / smp, but it also happens tundaan average 359.69 smp / sec. Meanwhile, at 11.30-13.30 WIB flow of 3471 vehicles smp / hour capacity at 649 North approach smp / hour, 289 South approach smp / hour, 786 West approach smp / h and 872 East approach smp / hour, degree of saturation 1.16-1.19 , the vehicle stopped on average 1.86 stop / smp and cross tundaan average 366.28 smp / sec. Performance at Signalizeds intersection Kartasura of 1.16-1.19 degrees of saturation of these results have (Over Saturet), while according to the degree of saturation MKJI 1997 for 0.85 (DS> 0.85). Performance management is needed then. It can be seen from the research capacity of road users is very large, because the intersection is an inter-city roads that connect North to Adisumarmo Airport, South direction towards alternative road to Yogyakarta, Surakarta direction towards the East and West direction to Yogyakarta and Semarang.

Keywords: Phase, Performance, Management.

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohiim.

Assalaamu'alaikum Warokhmatullahi Wabarokaatuh.

Segala puji bagi Allah SWT dan syukur atas limpahan karunia serta rahmat Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Era globalisasi semakin menuntut mahasiswa agar dapat memiliki andil dalam penyelesaian permasalahan yang timbul di tengah-tengah masyarakat. Studi mengenai evaluasi kinerja Simpang Kartasura dipilih sebagai wujud kepedulian terhadap semakin tingginya arus kendaraan di wilayah Kartasura.

Penyusunan tugas akhir ini memerlukan data-data dari pengamatan langsung di lapangan. Permasalahan dalam penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih kami haturkan kepada :

1. Ir. Slamet Prayitno, MT, selaku Ketua Program D III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Solichin, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik.
3. Ir. Agus Sumarsono, MT, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Dosen penguji yang telah memberikan segenap waktunya.
5. Tugas Akhir team ( Ermadea ) atas semua bantuannya.
6. Rekan-rekan yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini khususnya Infrastuktur angkatan 2006 dan rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan yang ada. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kami dan para pembaca. Amin.



Wassalaamu'alaikum Warokhmatullahi Wabarokaatuh.

Surakarta, Februari 2010

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR GRAFIK .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
DAFTAR NOTASI .....	xvi

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penulisan .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4

### BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Dasar Teori .....	6
2.2.1. Data Masukkan .....	6
2.2.1.1. Geometri, Pengaturan Lalu Lintas dan Kondisi Lingkungan .....	6
2.2.1.2. Kondisi Arus Lalu Lintas .....	7
2.2.2. Pengguna Sinyal .....	8

2.2.2.1. Pengaturan fase Sinyal .....	8
2.2.2.2. Waktu Antar Hijau dan Waktu Antar Hilang .....	9
2.2.3. Penentuan Waktu Sinyal .....	12
2.2.3.1. Tipe Pendekatan .....	12
2.2.3.2. Lebar Pendekatan Efektif .....	12
2.2.3.3. Arus Jenuh Dasar .....	13
2.2.3.4. Faktor-faktor Penyesuaian .....	14
2.2.3.5. Rasio Arus atau Rasio Arus jenuh .....	17
2.2.3.6. waktu Siklus dan Waktu Hijau .....	17
2.2.4. Kapasitas .....	19
2.2.5. Perilaku Lalu Lintas .....	19
2.2.5.1. Panjang Antrian .....	19
2.2.5.2. Kendaraan Terhenti .....	22
2.2.5.3. Tundaan .....	22

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Umum .....	26
3.2. Jenis dan Sumber Data .....	26
3.3. Peralatan Penelitian .....	26
3.4. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	27
3.5. Prosedur Survei .....	28
3.6. Metode penelitian .....	28

### **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1. Data Geometri jalan .....	30
4.2. Data arus lalu Lintas .....	34
4.3. Data Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang .....	36
4.3.1. Waktu Antar Hilang .....	38
4.3.1.1. Lalu Lintas Berangkat .....	39
4.3.1.2. Lalu Lintas Datang .....	39
4.3.1.3. Waktu Merah Semua .....	40
4.3.2. Waktu Hilang .....	40

4.4. Data Waktu Sinyal dan Kapasitas .....	41
4.5. Panjang Antrian, jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan .....	45

## **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan .....	47
5.2. saran .....	47

<b>PENUTUP</b> .....	xxi
----------------------	-----

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xxii
-----------------------------	------

<b>LAMPIRAN</b> .....	xxiii
-----------------------	-------

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Angka Ekvivalen Kendaraan Penumpang .....	7
Tabel 2.2.	Operasional dan Perencanaan Nilai Normal Waktu Antar Hijau .....	9
Tabel 2.3.	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota .....	14
Tabel 2.4.	Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor .....	15
Tabel 2.5.	Waktu Siklus Untuk Kendaraan Berbelok .....	18
Tabel 2.6.	Perilaku lalu Lintas Tundaan Rata-rata .....	23
Tabel 4.1.	Geomtri, Pengaturan lalu Lintas dan Lingkungan pagi .....	31
Tabel 4.2.	Geomtri, Pengaturan lalu Lintas dan Lingkungan siang .....	32
Tabel 4.3.	Arus Lalu Lintas pagi .....	35
Tabel 4.4.	Arus Lalu Lintas siang .....	36
Tabel 4.5.	Waktu Antar Hijau dan waktu hilang .....	38
Tabel 4.6.	Penentuan Waktu Sinyal dan kapasitas pagi .....	41
Tabel 4.7.	Penentuan Waktu Sinyal dan kapasitas siang .....	42
Tabel 4.8.	Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan pagi .....	45
Tabel 4.9.	Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan siang .....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pengaturan-pengaturan Fase Sinyal .....	8
Gambar 2.2.	Model Dasar Untuk Arus Jenuh .....	9
Gambar 2.3.	Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatanagn .....	11
Gambar 2.4.	Penentuan Tipe Pendekat .....	12
Gambar 3.1.	Peta Lokasi Penelitian .....	27
Gambar 4.1.	Titik konflik pada simpang Kartasura .....	30

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1.	Arus Jenuh Per Jelang Waktu Enam Detik .....	10
Grafik 2.2.	Arus Jenuh Dasar .....	13
Grafik 2.3.	Rasio Belok Kiri dan Kanan 10% Untuk Ukuran Kota 1-3 juta ..	14
Grafik 2.4.	Faktor Penyelesaian Untuk Kelandaian .....	15
Grafik 2.5.	Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Pakir dan Lajur Belok Kiri yang Pendek ( $F_P$ ) .....	16
Grafik 2.6.	Faktor Penyelesaian Untuk Belok Kanan ( $F_{RT}$ ) .....	16
Grafik 2.7.	Faktor Penyelesaian Untuk Belok Kiri ( $F_{LT}$ ) .....	17
Grafik 2.8.	Penentuan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian .....	18
Grafik 2.9.	Jumlah Kendaraan Antrian (smp) Yang Tersisa dari Fase Hijau Sebelum .....	20
Grafik 2.10.	Perhitungan Jumlah Antrian ( $NQ_{MAX}$ ) dalam smp .....	21
Grafis 2.11.	Penentuan Tundaan Lalu Lintas rata-Rata .....	24

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran A Data Survei Arus Lalu Lintas Per 15 Menitan Simpang Kartasura.
- Lampiran B Data Arus Lalu Lintas Simpang Kartasura Per 1 Jam Pada Jam Puncak.
- Lampiran C Gambar Simpang Kartasura.
- Lampiran D Gambar Simpang Kartasura Pada Jam Puncak Pagi-Siang.
- Lampiran E Surat Permohonan Tugas akhir.



## DAFTAR NOTASI

Pendekat	: Daerah dari suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti.
emp (Ekivaken Mobil Penumpang)	: Faktor dari berbagai tipe kendaraan sehubungan dengan keperluan waktu hijau untuk keluar dari antrian apabila dibandingkan dengan sebuah kendaraan ringan(untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya sama, $emp=1,0$ ).
smp (Satuan Mobil Penumpang)	: Satuan arus lalu lintas dari berbagai tipe kendaraan yang diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan faktor emp.
Type O (Arus Berangkat Terlawan)	: Keberangkatan dengan konflik antara gerak belok kanan dan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama.
Type P (Arus Berangkat Terlindung)	: Keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus.
LV (Kendaraan Ringan)	: Kendaraan bermotor ber as 2 dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0-3,0 m (melewati: mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up, dan truk kecil sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).
HV (Kendaraan Berat)	: Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi: bis, truk 2as, truk 3as,

	dan truk kombinasi sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).
MC (Sepeda Motor)	: Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).
UM (Kendaraan Tak Bermotor)	: Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi: sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).
LT (Belok Kiri)	: Indeks untuk lalu lintas yang berbelok kiri.
LTOR (Belok Kiri Langsung)	: Indeks untuk lalu lintas belok kiri yang diijinkan lewat pada saat sinyal merah.
ST (Lurus)	: indeks untuk lalu lintas yang lurus.
RT (Belok Kanan)	: Indeks untuk lalu lintas yang belok kekanan.
T (Pembelokan)	: Indeks untuk lalu lintas yang berbelok
$P_{RT}$ (Rasio Belok Kanan)	: Rasio untuk lalu lintas yang belok kekanan.
Q (Arus Lalu Lintas)	: Jumlah unsur lalu lintas yang melalui titik tak terganggu dihilu, pendekatan per satuan waktu (sbg. Contoh: kebutuhan lalu lintas kend/jam; amp/jam).
$Q_O$ (Arus Melawan)	: Arus lalu lintas dalam pendekatan yang berlawanan, yang berangkat dalam fase antar hijau yang sama.
$Q_{RTO}$ (Arus Melawan Belok Kanan)	: Arus dari lalu lintas belok kanan dari pendekatan yang berlawanan (kend/jam; smp/jam).

S (Arus Jenuh)	: Besarnya keberangkatan antrian di yang ditentukan (smp/jam hijau).
$S_0$ (Arus Jenuh Dasar)	: Besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).
DS (Derajat Kejenuhan)	: Rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
FR (Rasio Arus)	: Rasio arus terhadap arus jenuh dari suatu pendekat.
IFR (Rasio Arus Sim pang)	: Jumlah dari rasio arus kritis (=tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus.
PR (Rasio Fase)	: Rasio arus kritis dibagi dengan rasio arus bersimpang.
C (Kapasitas)	: Arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.
F (Faktor Penyesuaian)	: Faktor koreksi untuk penyelesaian dari nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variabel.
D (Tundaan)	: Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang.
QL (Panjang Antrian)	: Panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat (m).
NQ (Antrian)	: Jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kend;smp).
NS (Angka Henti)	: Jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (terberhenti berulang-ulang dalam antrian).

$P_{SV}$ (Rasio Kendaraan Terhenti)	: Rasio dari arus lalu lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal.
$W_A$ (Lebar Pendekat)	: Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur dibagian tersempit disebelah hulu (m).
$W_{MASUK}$ (Lebar Masuk)	: Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m).
$W_{KELUAR}$ (Lebar Keluar)	: Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan oleh lalu lintas buangan setelah melewati persimpangan jalan (m).
$W_e$ (Lebar Efektif)	: Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap $W_A$ , $W_{MASUK}$ dan $W_{KELUAR}$ dan gerakan lalu lintas membelok; m).
L (Jarak)	: Panjang jarak segmen jalan (m).
GRAD (Landai Jalan)	: Kemiringan dari suatu segmen jalan dalam arah perjalanan (+/- %).
COM (Komersial)	: Tata guna lahan komersial (contoh: toko restoran, kantor) dengan jalan masuk langsung bagi perjalan kaki dan kendaraan.
RES (Permukiman)	: Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi perjalan kaki dan kendaraan.
RA (Akses Terbatas)	: Jalan masuk langsung terbatas atau tidak ada sama sekali (contoh: karena adanya hambatan fisik, jalan samping, dsb).

CS (Ukuran Kota)	: Jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan.
SF (Hambatan Samping)	: Interaksi antara arus lalu lintas dan kegiatan disamping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekat.
i (Fase)	: Bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas (i = indek untuk nomor fase).
c (Waktu siklus)	: Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (contoh: diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekat yang sama; m).
g (Waktu hijau)	: Waktu nyala hijau dalam pendekat (det).
M (Median)	: Daerah yang memisahkan arah lalu lintas pada suatu segmen jalan.
V kecepatan perjalanan (Kec Tempuh)	: Kecepatan kendaraan (km/jam atau m/det).

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

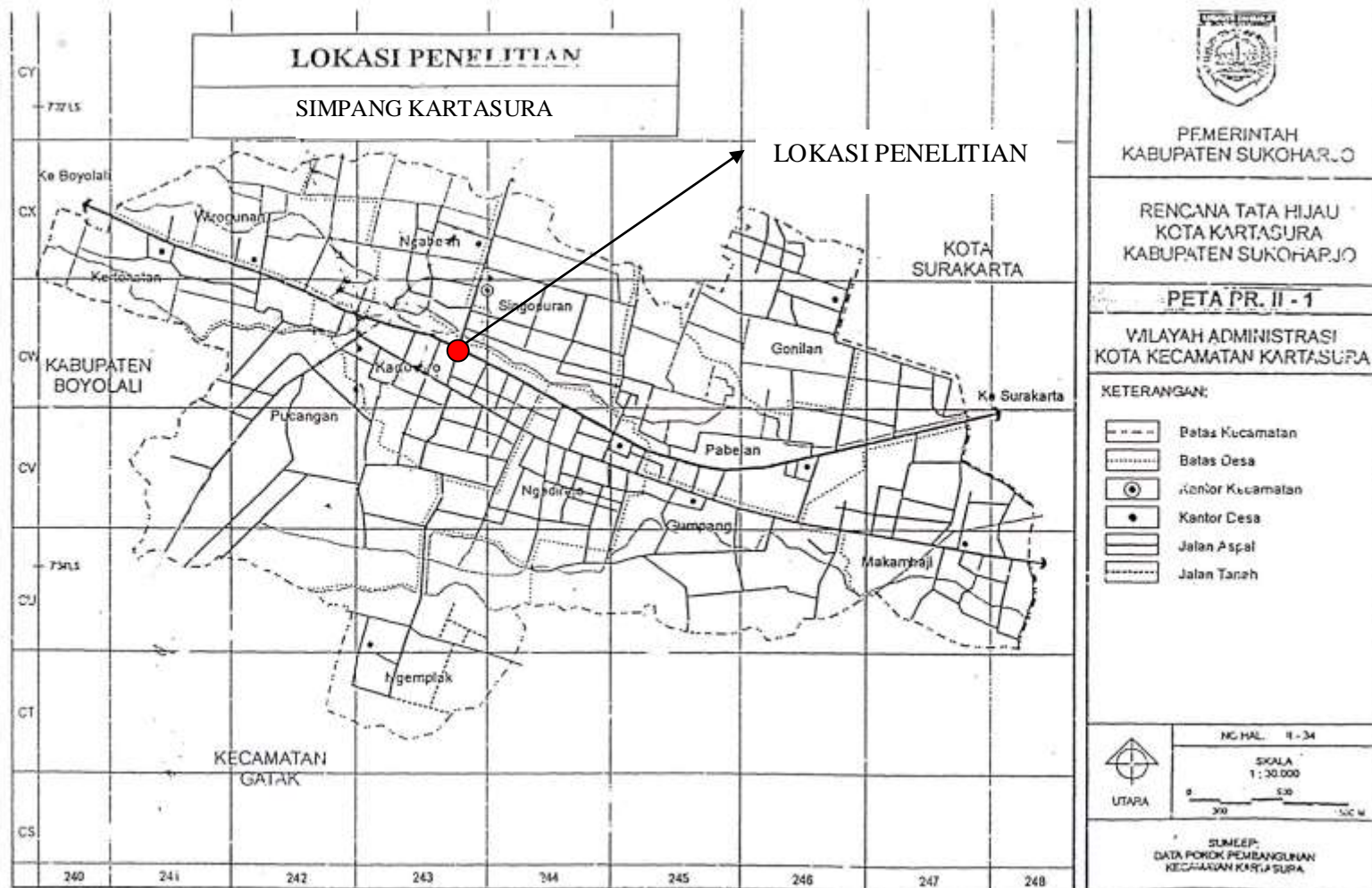
Di zaman Era globalisasi sekarang ini kesibukan manusia semakin meningkat. Mengakibatkan padatnya arus lalu lintas dan jumlah kendaraan yang terus bertambah di jalan, Sehingga untuk memenuhi kebutuhan meningkatkan permintaan jalan, agar terhindar terjadi konflik khususnya pada simpang diperlukan penelitian guna mengurangi bahkan menghindari hal-hal tidak diinginkan.

Simpang menurut MKJI 1997 terbagi menjadi 2 macam yaitu: simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal. Perilaku lalu lintas terdiri dari: persiapan, panjang antrian, kendaraan berhenti, tundaan. Sedangkan simpang tak bersinyal meliputi: derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrian, penilaian perilaku lalu lintas.

Simpang Kartasura merupakan simpang 4 yang bersinyal terdiri dari 3 fase, simpang Kartasura sering terjadi antrian panjang dari arah Barat, Timur, Selatan dan Utara. Pada arah Utara (Jalan Adi Sumarmo) mengalami antrian tidak seberapa besar dibandingkan dari arah Barat dan Timur. Arah Barat (Jalan Ahmad Yani) mengalami antrian yang sangat panjang disebabkan arah Barat merupakan jalan titik temu antara arah Selatan (Delanggu, Klaten, Jogja, dll) dan arah Barat itu sendiri (Boyolali, Salatiga, Semarang, dll), yang melewati arah Barat banyaknya truk-truk, seperti: truk as 2, truk as 3, truk as 4, truk gandeng, mobil pribadi dan kendaraan roda 2 yang sangat padat, pada pukul 06.00-18.00 WIB sedangkan pada pukul tersebut bus kota dan bus antar-kota tidak boleh melalui jalan tersebut, harus melalui jalur arah Utara (Jalan Adi Sumarmo) karena harus keluar masuk lewat terminal Kartasura. Dari arah Timur (Jala Ahmad Yani) menuju arah Barat (Jalan Ahmad Yani) pada pukul 06.00-18.00 WIB hanya truk, bus pariwisata, mobil, dan kendaraan roda 2 yang boleh melalui jalur tersebut.

pribadi Menuju Sedangkan arah Timur (Jalan Ahmad Yani) menuju arah Utara (Jalan Adi Sumarmo) pada pukul 06.00-18.00 WIB mengalami antrian panjang yang disebabkan banyaknya bus-bus kota dan antar\_kota berhenti sejenak menaik-turunkan penumpang, karena arah Utara jalur menuju terminal kartosuro yang baru. Arah Utara (Jalan Adi Sumarmo) menuju arah Timur (Jalan Ahmad Yani) yang mengalami antrian hanya bagian sisi kirinya saja, karena sisi kiri tidak terpengaruh oleh sinyal lalu lintas dan banyaknya bus-bus yang berhenti sejenak untuk menaik-turunkan penumpang dibagian belokkan simpang. Pada arah Selatan menuju arah Utara mengalami antrian tidak terlalu panjang, karena dari arah Utara banyak kendaraan yang membelok kearah Barat dan dari arah Barat bagian sisi kirinya tidak terpengaruh oleh sinyal lalu lintas sehingga sering berpapasan.

Menurut kondisi lapangan tersebut diatas perlu dilakukan analisis untuk mengetahui tingkat kinerja simpang Kartasura. Metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat kinerja suatu simpang bersinyal, Metode MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997. MKJI 1997 merupakan satu-satunya metode yang dibuat Indonesia oleh Direktorat Jenderal Bina Marga dan Banyak Digunakan dalam analisis kinerja simpang.



Gambar 1.1. Peta Lokasi Penelitian



## **1.2. Rumusan Masalah**

Dari permasalahan latar belakang diatas dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja simpang bersinyal menggunakan metode MKJI 1997 berdasarkan nilai arus jenuh yang terjadi di lokasi penelitian.
2. Berapa besar arus jenuh yang terjadi pada simpang?

## **1.3. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat berjalan lancar dan terarah maka pembatas masalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian di simpang Kartasura (Ahmad Yani dan Adi Sumarmo)
2. Penelitian dilakukan pada jam puncak.
3. Metode perhitungan kinerja simpang bersinyal menggunakan MKJI 1997.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kinerja simpang bersinyal berdasarkan penentuan arus jenuh prosedur MKJI 1997.
2. Untuk mengetahui tingkat kinerja simpang Kartasura.

## **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mengenai rekayasa lalu lintas khususnya yang berkaitan dengan analisis kinerja simpang bersinyal.
2. Memberikan informasi tentang cara menghitung tingkat kinerja suatu simpang bersinyal menggunakan metode MKJI 1997 dan lebih baik sehingga memberikan saran perbaikan yang sesuai.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Simpang bersinyal merupakan suatu elemen yang cukup penting dalam system transportasi di kota besar. Pengaturan sinyal harus dilakukan semaksimal mungkin agar dapat membantu kelancaran laju kendaraan yang melalui persimpangan (Firrisy A N,2002).

Simpang-simpang bersinyal yang merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetep yang dirangkai atau “sinyal aktuasi kendaraan” terisolir, biasanya memerlukan metode dan perangkat lunak khusus dalam analisisnya (MKJI,1997).

#### **2.2. Dasar Teori**

##### **2.2.1. Data Masukkan**

###### **2.2.1.1. Geomertik, Pengaturan lalu lintas dan Kondisi Lingkungan**

Dalam formulir SIG-I MKJI 1997 terdiri dari:

- kode pendekatan yang digunakan untuk penempatan arah (Utara, Selatan, Barat dan Timur).
- Tipe lingkungan jalan (COM = Komersial, RES = Permukiman, RA = Akses terbatas).
- Tingkat Hambatan Samping (Tinggi: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktivitas disamping jalan pada pendekatan seperti angkutan umum berhenti, perjalanan kaki berjalan sepanjang atau melintasi pendekat, kelur-masuk halaman disamping jalan dsb.

Rendah: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebutkan diatas).

- Median (jika terdapat median pada bagian kanan dari garis henti dalam pendekatan).
- Kelandaian (kelandaian dalam %, naik = +%; turun = -%).
- Belok Kiri Langsung (LTOR diijinkan Ya/Tidak pada pendekatan).
- Jarak ke Kendaraan Parkir (jarak normal antara garis-henti dan kendaraan pertama yang diparkir disebelah hulu pendekatan).
- Lebar Pendekatan (Pendekatan  $W_A$ , Masuk  $W_{MASUK}$ , Belok Kiri Langsung  $W_{LTOR}$ , Keluar  $W_{KELUAR}$ ).

### 2.2.1.2. Kondisi Arus Lalu Lintas

Hitung arus lalu lintas dalam smp/jam bagi masing-masing jenis kendaraan untuk kondisi terhitung dan atau terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakkan belok kanan yang diijinkan) dengan menggunakan emp berikut:

Tabel 2.1. Angka Ekvivalen Kendaraan Penumpang

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat:	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

(MKJI,1997)

Arus lalu lintas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = Q_{LV} \times emp_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC} \dots \dots \dots (2.1)$$

Rasio berbelok merupakan perbandingan antara jumlah arus lalu lintas yang berbelok dengan jumlah total arus lalu lintas dalam suatu pendekatan.

Rasio berbelok terdiri 2 macam :

Rasio berbelok kiri  $P_{LT}$ , merupakan rasio untuk lalu lintas yang berbelok ke kiri. Dengan rumus persamaan:

$$P_{LT} = \frac{LT(smp/ jam)}{Total(smp/ jam)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Rasio berbelok kanan  $P_{RT}$ , merupakan rasio untuk lalu lintas yang berbelok kekanan. Dengan rumus persamaan:

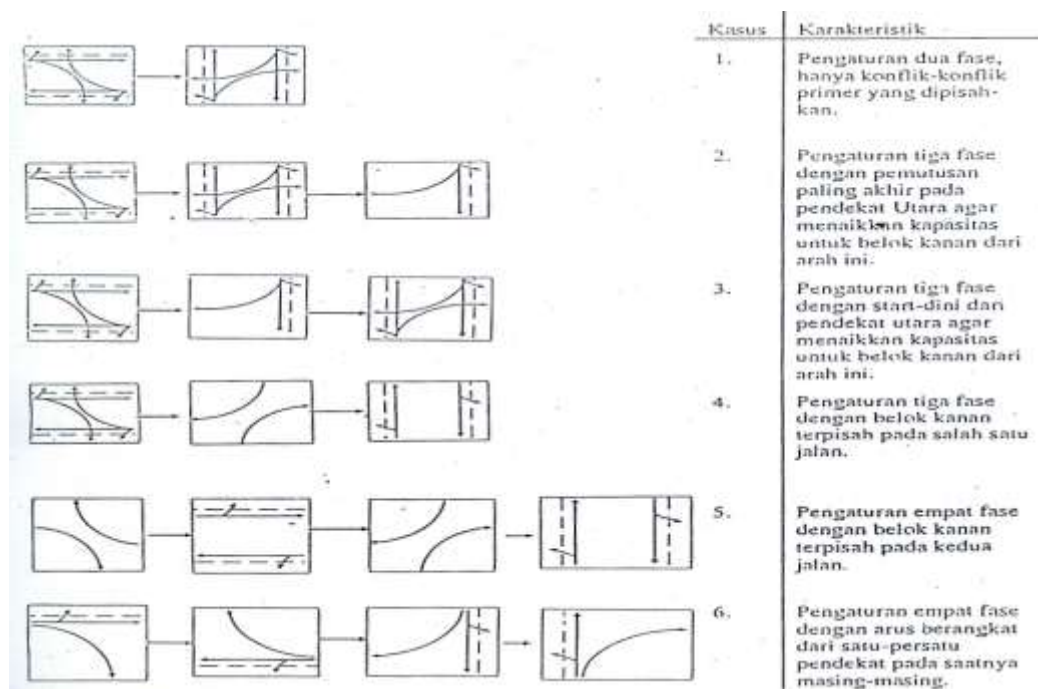
$$P_{RT} = \frac{RT(smp/ jam)}{Total(smp/ jam)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Rasio kendaraan tak bermotor dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{UM} = \frac{Q_{UM}}{Q_{MV}} \dots\dots\dots (2.4)$$

## 2.2.2. Penggunaan Sinyal

### 2.2.2.1. Penentuan Fase Sinyal



(MKJI,1997)

Gambar 2.1. pengaturan-pengaturan fase sinyal

### 2.2.2.2. Waktu Antar hijau dan Waktu Antar Hilang

Pada analisis yang dilakukan bagi keperluan perencanaan waktu antar hijau dapat dianggap sebagai nilai normal:

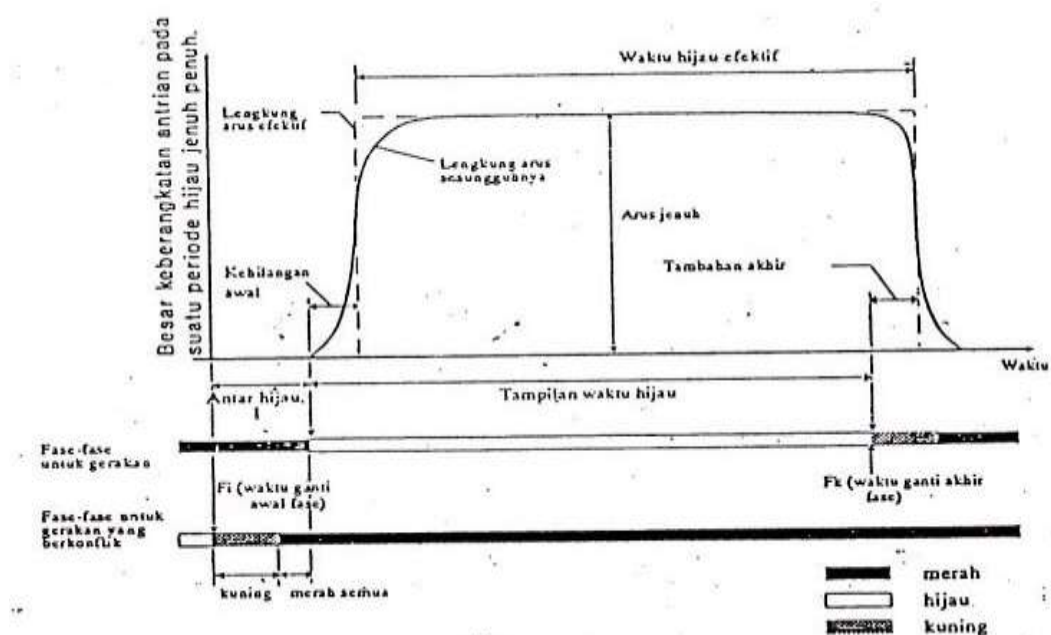
Tabel 2.2. operasional dan perencanaan nilai normal waktu antar hijau

Ukuran Simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu antar hijau
Kecil	6-9 m	4 detik/fase
Sedang	10-14 m	5 detik/fase
Besar	$\geq 15$ m	$\geq 6$ detik/fase

(MKJI,1997)

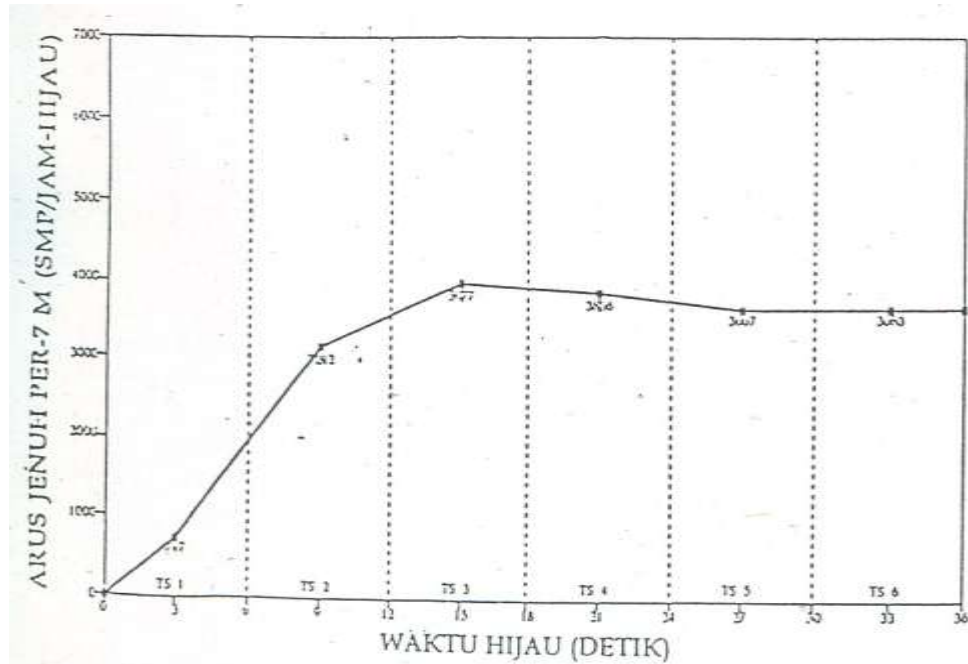
Waktu hijau efektif merupakan lamanya waktu hijau dimana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar  $S$ , waktu hijau efektif dapat dihitung sebagai berikut:

Waktu Hijau Efektif = Tampilan waktu hijau – Kehilangan awal + Tambahan Akhir



(MKJI,1997)

Gambar 2.2. Model dasar untuk arus jenuh



(MKJI,1997)

Grafik 2.1. Arus jenuh yang diamati per selang waktu enam detik

Titik konflik pada masing-masing fase adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua.

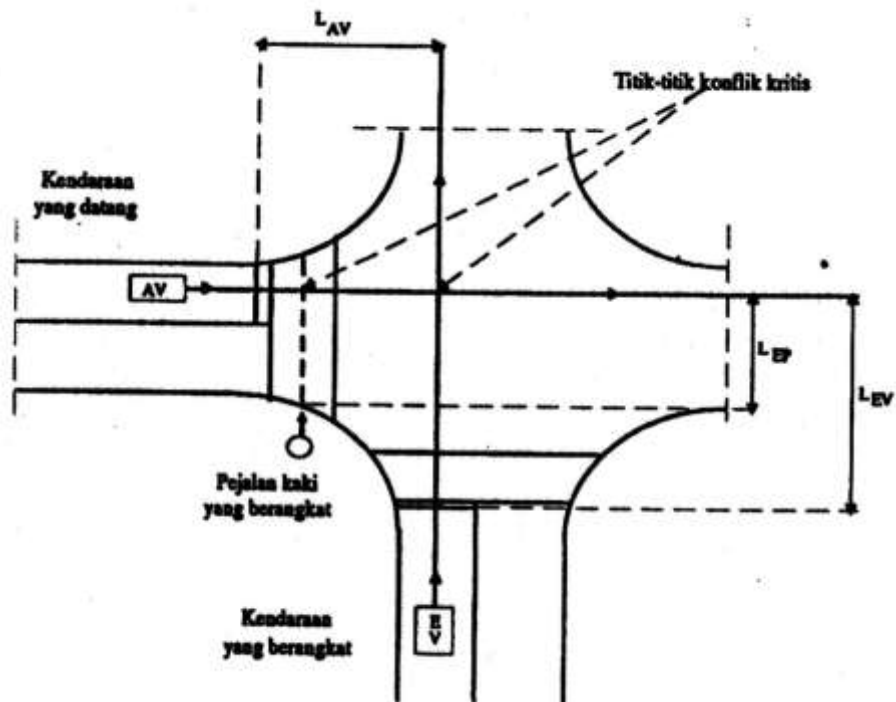
$$\text{Merah Semua}_i = \left[ \frac{L_{EV} - l_{EV}}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]_{MAX}$$

Dimana :

$L_{EV}, L_{AV}$  = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m).

$l_{EV}$  = Panjang kendaraan yang berangkat (m).

$V_{EV}, V_{AV}$  = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).



(MKJI,1997)

Gambar 2.3. Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan

Nilai-nilai sementara  $V_{EV}$ ,  $V_{AV}$  dan  $l_{EV}$  dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini:

Kecepatan kendaraan yang datang  $V_{AV}$  : 10 m/det (kend. bermotor)

Kecepatan kendaraan yang berangkat  $V_{EV}$  : 10 m/det (kend. bermotor)

3 m/det (kend. tak bermotor misalnya sepeda)

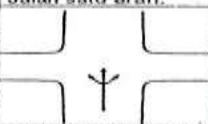
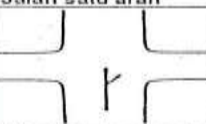
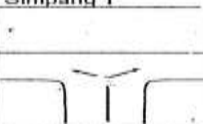

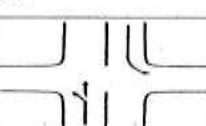
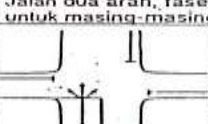
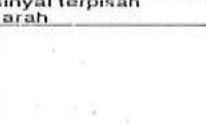
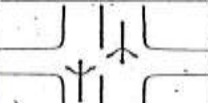
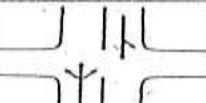
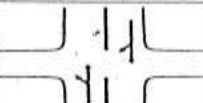
1,2 m/det (perjalan kaki)

Panjang kendaraan yang berangkat  $l_{EV}$  : 5 m (LV atau HV)

2 m (MC atau UM)

## 2.2.3. Penentuan Waktu Sinyal

### 2.2.3.1. Tipe Pendekatan

Tipe pendekatan	Keterangan	Contoh pola-pola pendekat			
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu arah:	Jalan satu arah	Simpang T	
					
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas			
		Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah			
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.			
					

(MKJI,1997)

Gambar 2.4. Penentuan tipe pendekatan

### 2.2.3.2. Lebar Pendekatan Efektif

Lebar Efektif ( $W_e$ ) terdiri dari Lebar Pendekatan ( $W_A$ ), Lebar Masuk ( $W_{MASUK}$ ), dan Lebar Keluar ( $W_{KELUAR}$ ).

Lebar Pendekatan Efektif untuk Pendekatan tanpa Belok Kiri Langsung (LTOR) Sebagai berikut:

Jika  $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - P_{RT} - P_{LTOR})$ , maka  $W_e$  diberi nilai baru yang sama dengan  $W_{KELUAR}$ . Pada lalu lintas lurus penentuan waktu sinyal untuk pendekatan yaitu:

$$Q = Q_{ST} \dots\dots\dots (2.5)$$



Lebar Pendekatan Efektif untuk pendekatan dengan Belok Kiri Langsung (LTOR) sebagai berikut:

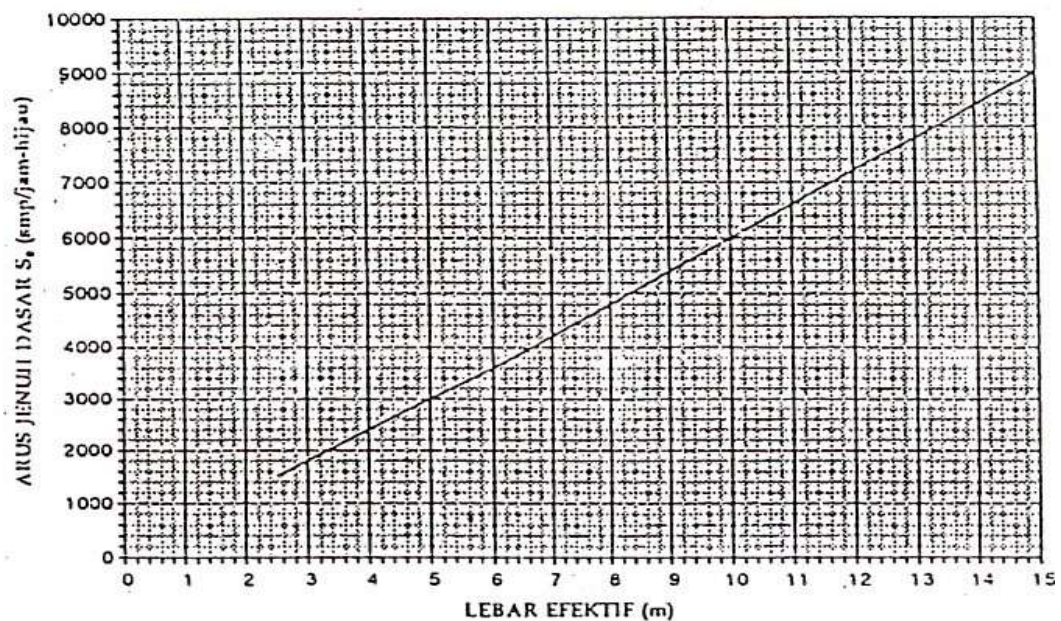
$$W_{MASUK} = W_A - W_{LTOR} \dots\dots\dots (2.6)$$

### 2.2.3.3. Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar ( $S_0$ ) merupakan arus jenuh pada keadaan standar, dengan factor penyesuaian ( $F$ ) untuk penyimpanan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.

Arus jenuh dasar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$S_0 = 600 \times W_e \dots\dots\dots (2.7)$$



(MKJI,1997)

Grafik 2.2. Arus jenuh dasar

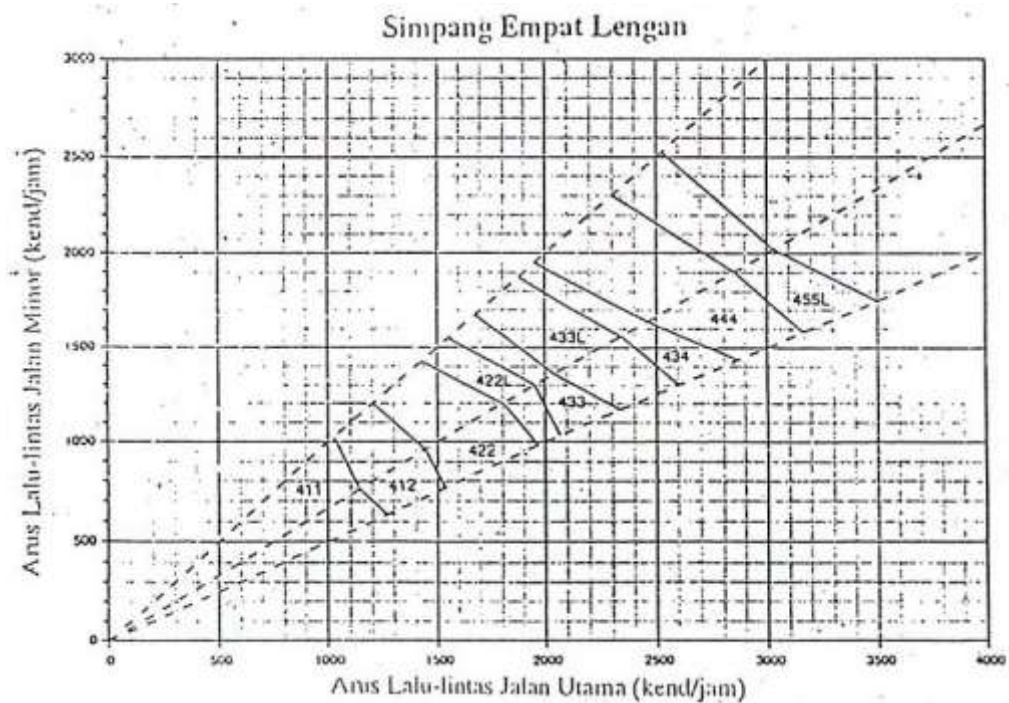
Arus jenuh ( $S$ ), dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \dots\dots\dots (2.8)$$

#### 2.2.3.4. Faktor-faktor Penyesuaian

Tabel 2.3. Faktor penyesuaian ukuran kota

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota
>3	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5-1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
<0,1	0,82



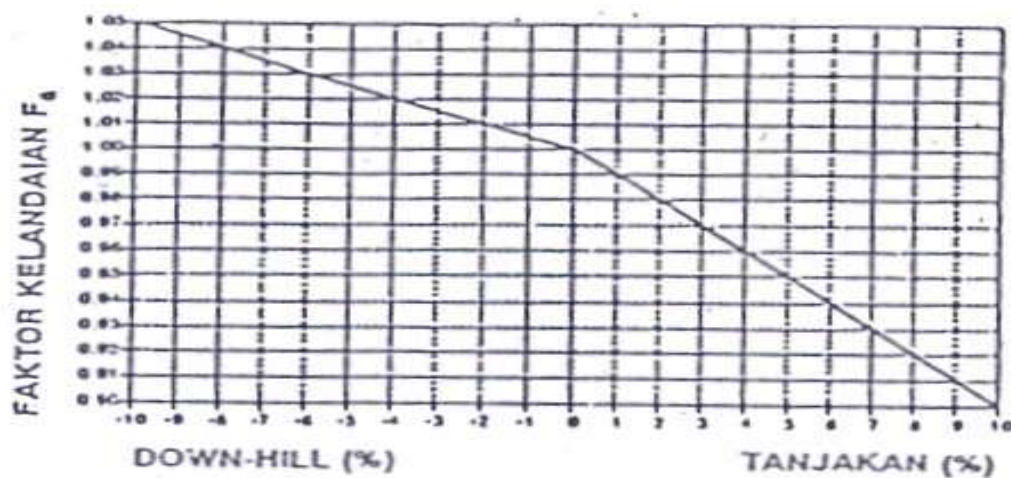
(MKJI,1997)

Grafik 2.3. Rasio belok kiri dan kanan 10% untuk ukuran kota 1-3juta

Tabel 2.4. Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	≥0.25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,91	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,91	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Perumahan (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

(MKJI,1997)



(MKJI,1997)

Grafik 2.4. Faktor penyesuaian untuk kelandaian

Factor penyesuaian parkir ( $F_p$ ) yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau, dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$F_p = \left[ L_p / 3 - (W_A - 2) \times (L_p / 3 - g) / W_A \right] / g \dots\dots\dots (2.9)$$

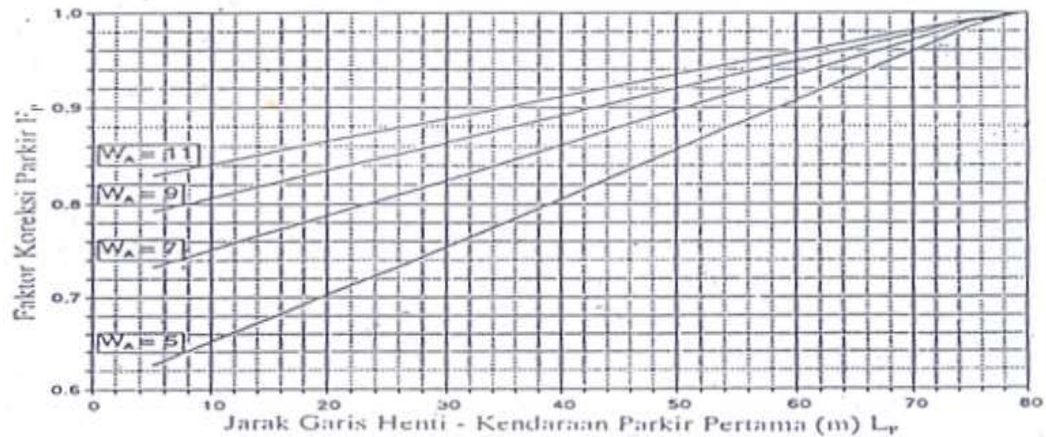


Dimana:

$L_P$  : Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m).

$W_A$  : Lebar pendekat (m).

$G$  : Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det).

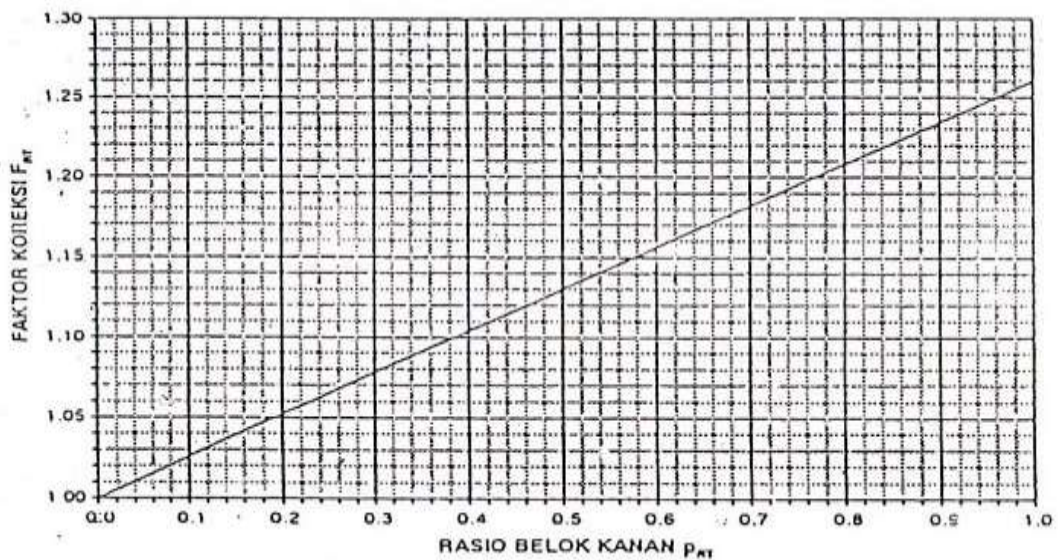


(MKJI,1997)

Grafik 2.5. Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek ( $F_p$ )

Factor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ ) dapat dihitung dengan rumus:

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \dots \dots \dots (2.10)$$

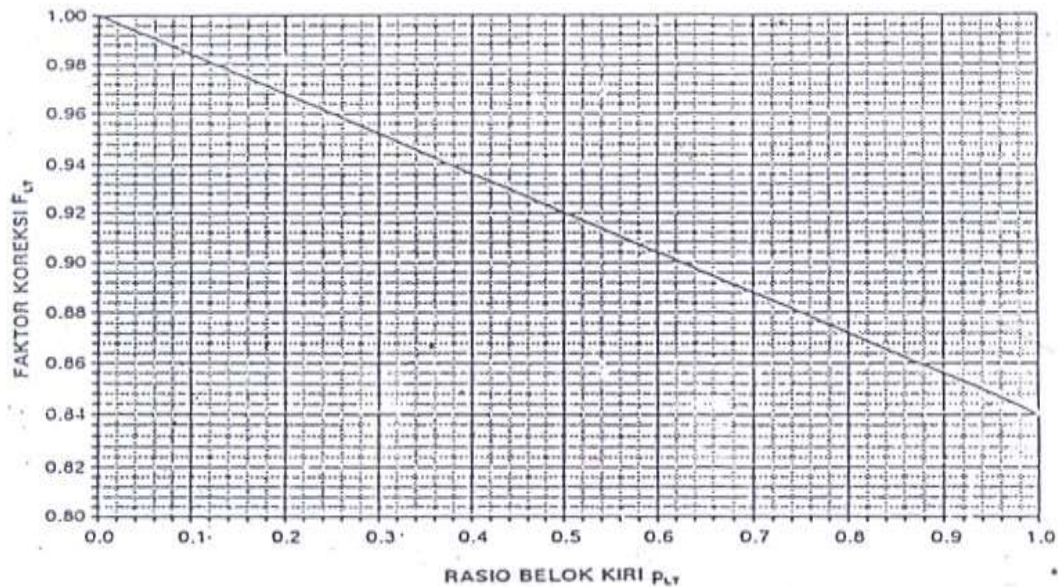


(MKJI,1997)

Grafik 2.6. Faktor penyesuaian untuk belok kanan ( $F_{RT}$ )

Factor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ ), dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16 \dots\dots\dots (2.11)$$



(MKJI,1997)

Grafik 2.7. Faktor penyesuaian untuk belok kiri ( $F_{LT}$ )

#### 2.2.3.5. Rasio Arus atau rasio Arus Jenuh

Rasio arus (FR) dapat dihitung dengan rumus:

$$FR = Q / S \dots\dots\dots (2.12)$$

Rasio arus simpang (IFR) dengan rumus berikut:

$$IFR = \sum (FR_{orit}) \dots\dots\dots (2.13)$$

Sedangkan rasio fase (PR) dapat dihitung rumus sebagai berikut:

$$PR = FR_{orit} / IFR \dots\dots\dots (2.14)$$

#### 2.2.3.6. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus ( $c_{ua}$ ) merupakan pengendalian waktu tetap.

Waktu siklus dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana:

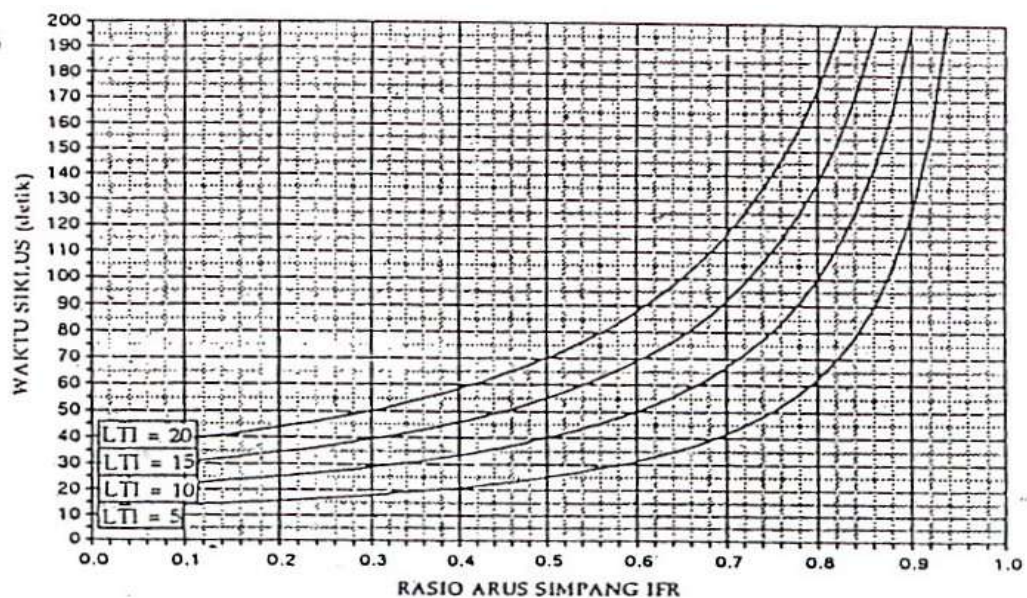
$c_{ua}$  : Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det).

LTI : Waktu hilang total per siklus(det).

IFR : Rasio arus Simpang  $\sum(FR_{ORIT})$ .

Tabel 2.5. Waktu siklus untuk keadaan berbeda.

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak  (det)
Pengaturan dua-fase	40-80
Pengaturan tiga-fase	50-100
Pengaturan empat-fase	80-130



(MKJI,1997)

Grafik 2.8. Penentuan waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu siklus yang disesuaikan berdasarkan pada waktu hijau yang telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI).

Waktu siklus yang disesuaikan, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$c = \sum g + LTI \dots\dots\dots (2.16)$$

#### 2.2.4. Kapasitas

Arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan untuk bagian pendekatan.

Kapasitas masing-masing pendekatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C = S \times g / c \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana:

C : Kapasitas.

S : Arus jenuh.

g/c : Rasio hijau.

Derajat Kejenuhan

Dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$DS = Q / C = (Q \times c) / (S \times g) \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana:

DS : Derajat kejenuhan.

Q : Arus Lalu lintas.

C : Kapasitas.



## 2.2.5. Perilaku Lalu Lintas

### 2.2.5.1. Panjang Antrian

Jumlah antrian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Untuk  $DS > 0,5$ :

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \dots\dots\dots (2.19)$$

Untuk  $DS \leq 0,5$ :

$$NQ_1 = 0 \dots\dots\dots (2.20)$$

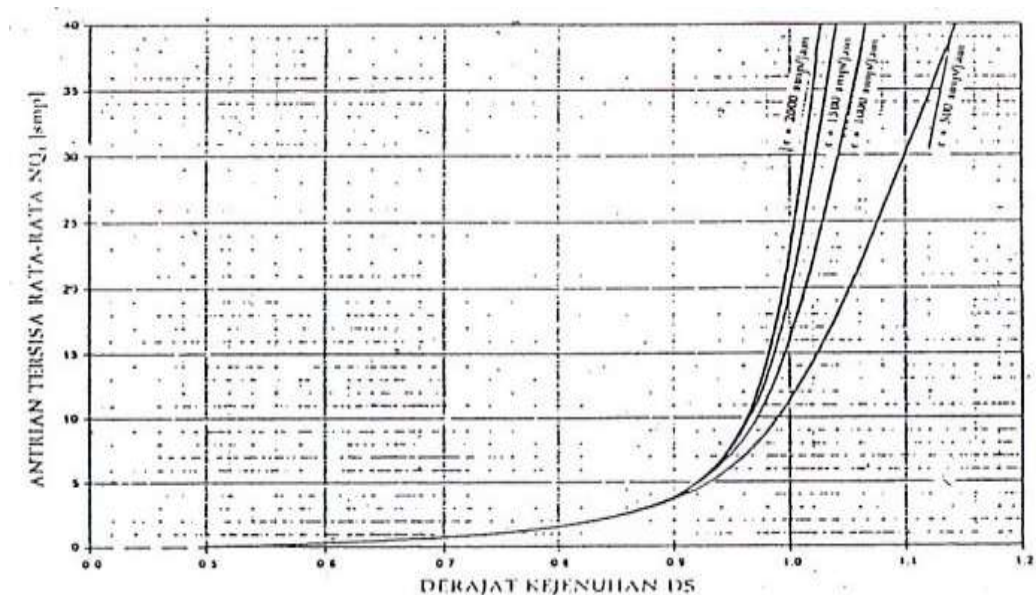
Dimana:

NQ : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

DS : Derajat kejenuhan.

GR : Rasio hijau.

C : Kapasitas (smp/jam).



(MKJI,1997)

Grafik 2.9. Jumlah kendaraan antrian (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya(NQ<sub>1</sub>)



Sedangkan jumlah antrian smp yang datang selama fase merah ( $NQ_2$ ), dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana:

$NQ_2$  : Jumlah smp yang datang selama fase merah.

$DS$  : Derajat kejenuhan.

$GR$  : Rasio Hijau.

$c$  : Waktu siklus (det).

$Q_{masuk}$  : Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/jam).

Dapat dijabarkan Jumlah kendaraan antri dari rumus persamaan (2.20) dan (2.21).

Dengan rumus persamaan:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots (2.22)$$

Panjang antrian dirumuskan sebagai berikut:

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}} \dots\dots\dots (2.23)$$

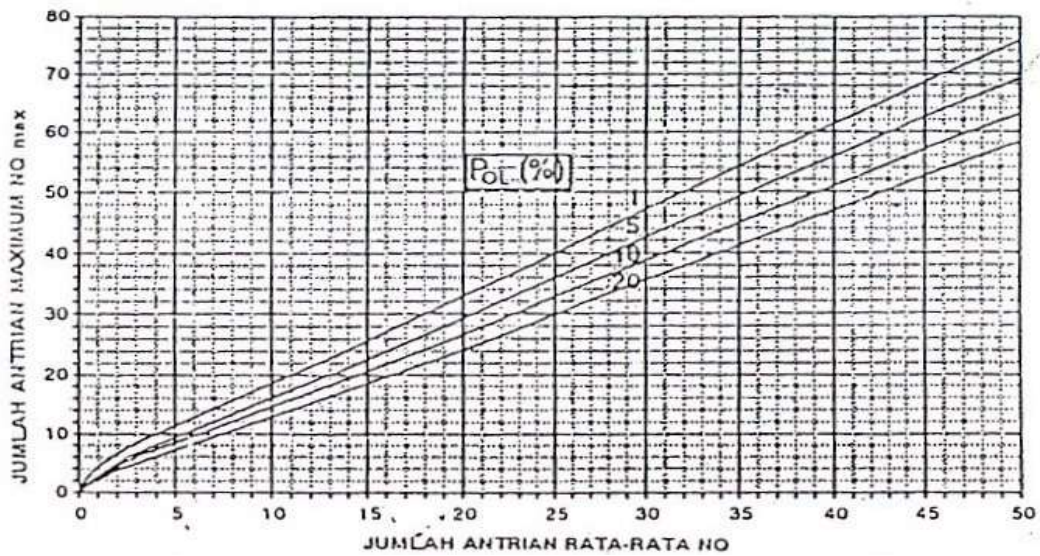
Dimana:

$QL$  : Panjang Antrian.

$NQ_{MAX}$ : Jumlah kendaraan antri max.

20 : Luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m<sup>2</sup>).

## PELUANG UNTUK PEMBEBANAN LEBIH $P_{OL}$



(MKJI,1997)

Grafik 2.10. Perhitungan jumlah antrian ( $NQ_{MAX}$ ) dalam smp

### 2.2.5.2. Kendaraan Terhenti

Angka henti (NS) merupakan jumlah rata-rata berhenti per smp ( termasuk berhenti berulang dalam antrian), dengan rumus sebagai berikut:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana:

c : Waktu siklus (det).

Q : Arus lalu lintas (smp/jam).

Kendaraan terhenti dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ (smp/jsm)} \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana:

Q : Arus lalu lintas.

NS : Angka henti rata-rata.

Rasio kendaraan terhenti  $P_{SV}$  merupakan rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang. Rasio kendaraan terhenti dapat dihitung dengan rumus:

$$P_{SV} = \min(NS, 1) \dots\dots\dots (2.26)$$

Sedangkan untuk menghitung angka henti seluruh simpang dengan rumus sebagai berikut:

$$NS_{TOT} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{TOT}} \dots\dots\dots (2.27)$$

### 2.2.5.3. Tundaan

Tundaan pada suatu simpang terdapat 2 hal:

1. Tundaan lalu lintas (DT) merupakan interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang.
2. Tundaan geometri (DG) merupakan perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti kerana lampu merah.

Tundaan rata-rata suatu pendekat j dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$D_j = DT_j + DG_j \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana:

$D_j$  : Tundaan rata-rata untuk pendekat j.

$DT_j$  : Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j.

$DG_j$  : Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j.

Tabel 2.6. Perilaku Lalu lintas Tundaan Rata-rata.

Keadaan		Tundaan rata-rata (det/smp)											
LT/RT	Q/C	Tipe simpang / Kapasitas (smp/jam) / Faktor-SMP (F <sub>smp</sub> )											
		411	412	422	422L	423	433	433L	434	444	444L	445L	455L
		2700	3500	4200	4500	4300	4400	5100	5400	6100	5100	6000	6800
		0,7645	0,7645	0,7645	0,7645	0,7372	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825
10/10	0	9	9	9	9	13	25	23	25	24	23	23	24
	0,25	9	10	10	9	13	26	24	27	26	24	24	25
	0,50	10	13	12	11	17	34	31	33	31	31	30	29
	0,75	18	19	17	17	25	43	38	42	42	38	40	40
	1	59	61	47	42	70	84	93	94	87	93	84	88
25/25		2300	2900	3400	4400	3900	4100	5400	4800	5400	5400	6800	8200
		0,7645	0,7645	0,7645	0,7645	0,7098	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825
	0	10	10	10	9	17	25	20	25	26	20	20	21
	0,25	10	10	10	9	18	26	21	26	27	21	21	22
	0,50	11	12	12	10	22	30	24	33	32	24	25	26
	0,75	15	19	18	11	34	49	38	52	51	38	40	37
10/10	1	43	43	59	60	88	124	82	133	128	82	83	83
		311	312	322	323	333	333L						
		2200	3200	3600	4100	5100	5100						
		0,7235	0,7235	0,7235	0,6825	0,6825	0,6825						
	0	9	10	10	15	17	15						
25/25	0,25	10	10	10	16	19	16						
	0,50	11	12	13	19	23	18						
	0,75	18	20	20	28	33	26						
	1	48	63	62	65	83	66						
		1900	2500	2800	3900	4400	4900						
		0,7235	0,7235	0,7235	0,6825	0,6825	0,6825						
10/10	0	10	10	10	14	18	14						
	0,25	10	10	11	15	18	15						
	0,50	12	11	11	18	22	18						
	0,75	16	17	17	27	34	26						
	1	48	38	38	62	78	68						

(MKJI,1997)

Tundaan lalu lintas setiap pendekatan (DT) dapat dihitung dengan rumus:

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \dots\dots\dots (2.29)$$

Dimana:

DT : Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp).

c : Waktu siklus yang disesuaikan (det).

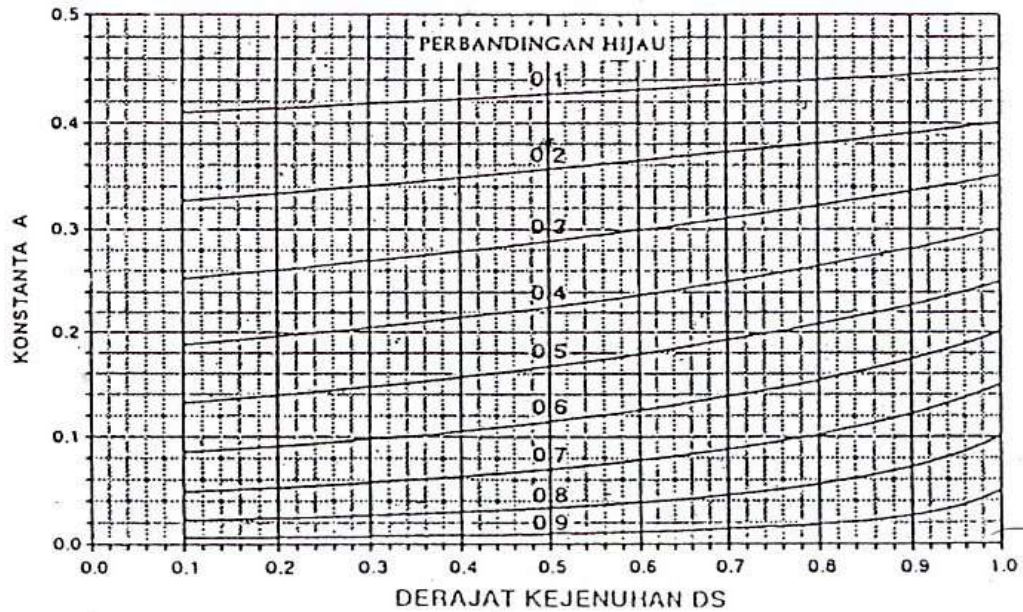
$$A : \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

GR : Rasio hijau.

DS : Derajat kejenuhan.

NQ<sub>1</sub> : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

C : Kapasitas (smp/jam).



(MKJI,1997)

Grafik 2.11. Penetapan tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

Tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekatan (DG) dengan rumus sebagai berikut:

$$DG_1 = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana:

$DG_1$  : Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp).

$P_{SV}$  : Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NA,1).

$P_T$  : Rasio kendaraan berbelok pada pendekat.

Sedangkan tundaan rata-rata untuk menghitung seluruh simpang, dengan rumus sebagai berikut:

$$D_I = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{TOT}} \dots \dots \dots (2.31)$$

## **BAB 3**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Umum**

Pada umumnya suatu penelitian mempunyai tujuan untuk mengembangkan dan menguji kebenaran suatu pengetahuan. Agar dapat menghasilkan data yang akurat dan tak meragukan, penelitian harus dilakukan secara teratur dan sistematis untuk itu dilaksanakan suatu metodologi.

Evaluasi terhadap suatu kasus, yakni merencanakan sinyal lalu lintas pada simpang-simpang yang diseleksi dan mengevaluasi kinerja simpang tersebut baik sebelum, maupun sesudah direncanakan. metode ini bertujuan untuk menunjukan kinerja simpang-simpang yang diteliti, apakah akan terjadi lebih baik ataukah lebih buruk setelah diberi perlakuan, yaitu dikoordinasi (Moehamad fandi, 2007).

#### **3.2. Jenis dan Sumber Data**

Data yang diperoleh dari hasil survai pada simpang Kartasura, antara lain:

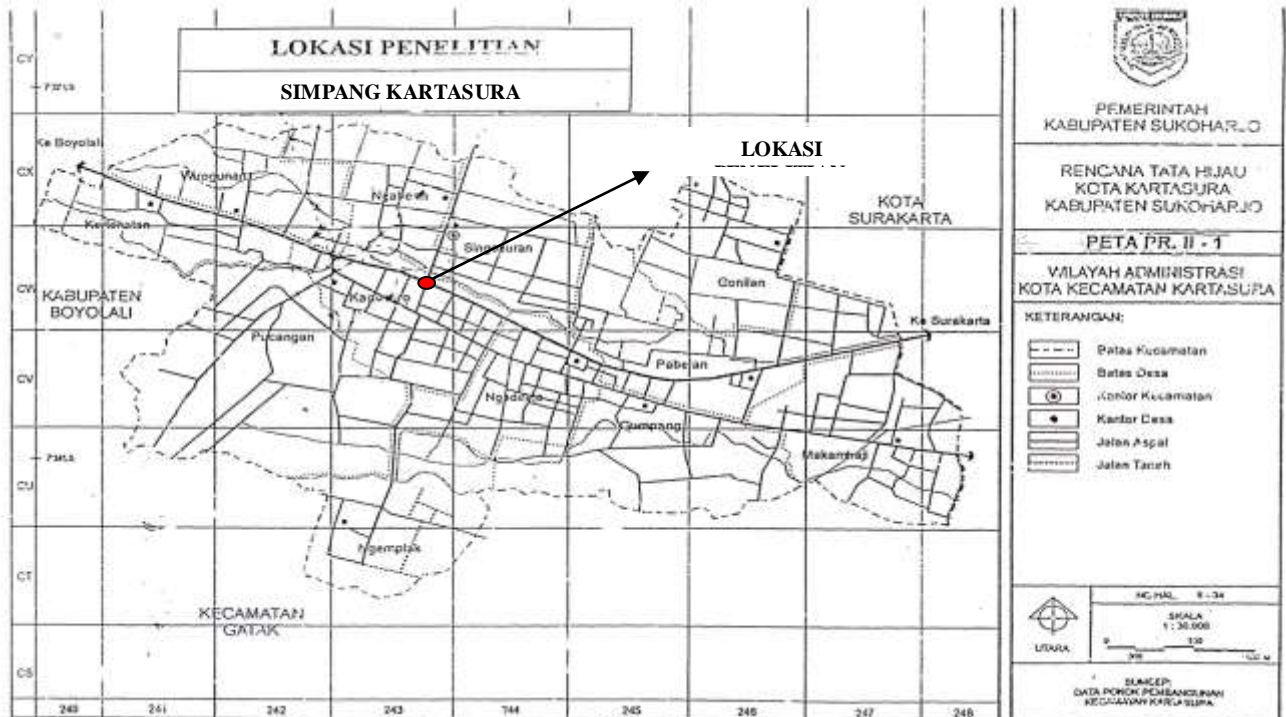
1. Data geometri jalan berupa lebar jalan pada simpang Kartasura.
2. Data arus lalu lintas berupa banyaknya kendaraan yang melewati simpang tersebut (kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan kendaraan tak bermotor).

#### **3.3. Peralatan Penelitian**

1. Alat tulis.
2. Formulir SIG untuk perhitungan Metode MKJI 1997.
3. Roll Meter untuk mengukur data geometri pada simpang.
4. Jam, digunakan untuk mengetahui saat mulai dan berakhirnya waktu pelaksanaan pengambilan data arus lalu lintas pada simpang.

### 3.4. Lokasi dan Waktu Penelitian

Nama Simpang : Kartasura  
Lokasi : Simpang Kartasura  
Waktu : 2 jam  
Pelaksanaan : pada jam puncak pagi (pukul 06.00-08.00)  
Siang (pukul 11.30-13.30)





### 3.5. Prosedur Survei

Survei yang dilakukan untuk pengambilan data yang akan digunakan dalam perencanaan suatu simpang bersinyal adalah:

1. Geometri jalan (lebar jalur masuk, lebar jalur keluar, lebar pendekatan).
2. Volume lalu lintas (kendaraan ringan, Kendaraan berat, Sepeda motor dan kendaraan tak bermotor).

### 3.6. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam metode ini menggunakan metode MKJI 1997 terdiri dari:

1. Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas, Lingkungan.

Terdiri dari:

- kode pendekatan yang digunakan untuk penempatan arah (Utara, Selatan, Barat dan Timur).
- Tipe lingkungan jalan (COM = Komersial, RES = Permukiman, RA = Akses terbatas).
- Tingkat Hambatan Samping (Tinggi: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktivitas disamping jalan pada pendekatan seperti angkutan umum berhenti, perjalanan kaki berjalan sepanjang atau melintasi pendekat, keluar-masuk halaman disamping jalan dsb.

Rendah: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebutkan diatas).

- Median (jika terdapat median pada bagian kanan dari garis henti dalam pendekatan).
- Kelandaian (kelandaian dalam %, naik = +%; turun = -%).
- Belok Kiri Langsung (LTOR diijinkan Ya/Tidak pada pendekatan).
- Jarak ke Kendaraan Parkir (jarak normal antara garis-henti dan kendaraan pertama yang diparkir disebelah hulu pendekatan).

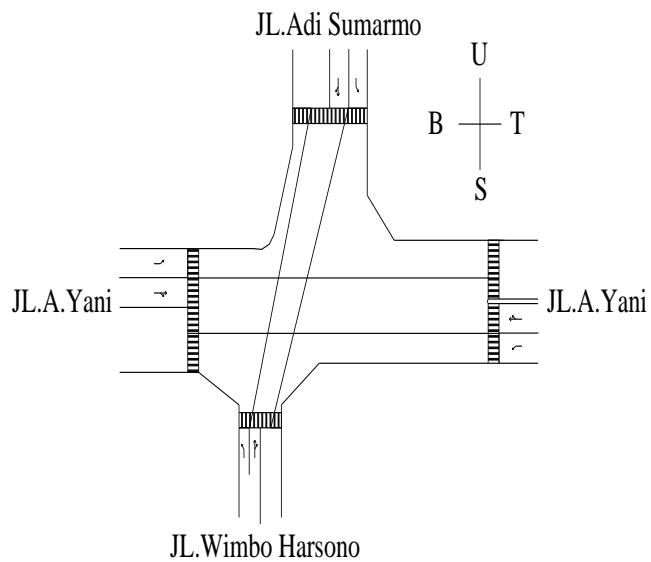


- Lebar Pendekatan (Pendekatan  $W_A$ , Masuk  $W_{MASUK}$ , Belok Kiri Langsung  $W_{LATOR}$ , Keluar  $W_{KELUAR}$ ).
2. Arus Lalu Lintas.  
Terdiri dari Semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dan kendaraan tak bermotor:
    - Kendaraan bermotor: Kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC).
    - Kendaraan tak bermotor: Becak, sepeda, andong.
  3. Waktu Antar Hijau, Waktu Hilang.  
Lalu lintas berangkat dan lalu lintas datang.
  4. Penentuan Waktu Sinyal, Kapasitas.  
Terdiri dari: tipe pendekatan, lebar pendekatan efektif, arus jenuh dasar, waktu siklus dan waktu hijau dan kapasitas.
  5. Tundaan, Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti.

## BAB 4

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN



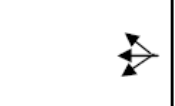





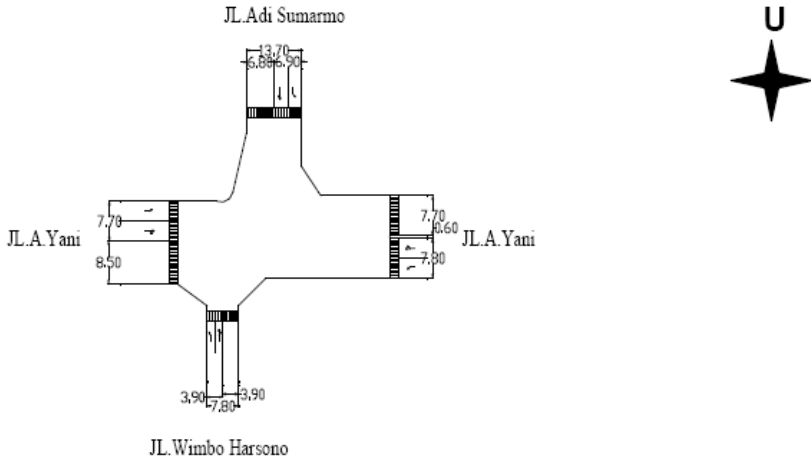
#### 4.1. Data Geometri Jalan



Gambar 4.1. Titik konflik pada Simpang Kartasura

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>		Tanggal : 02 Juni 2009		Ditangani oleh : Yulita						
FORMULIR SIG-I :		Kota : Kartosuro								
- GEOMETRI		Simpang : A.Yani-Adi Sumarmo								
- PENGATURAN LALULINTAS		Ukuran Kota/jumlah penduduk (isi dalam jutaan) :		0.94						
- LINGKUNGAN		Perihal : 3 fase								
		Periode : jam puncak pagi								
<b>FASE SINYAL YANG ADA (Gambarkan Sket Fase)</b>										
g =		g =		g =	Waktu siklus : c					
					0					
IG=		IG=		IG=	Waktu hilang total :					
					LTI = $\sum IG =$					
					0					
<b>SKETSA SIMPANG</b>										
<b>KONDISI LAPANGAN</b>										
Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Samping (Tinggi/Rendah)	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat ( m )			
							Pendekat $W_A$	Masuk $W_{ENTRY}$	Belok kiri lgs. $W_{LTOR}$	Keluar $W_{EXIT}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	com	T	T	0	Y		6.90	6.90		6.80
S	com	T	T	0	Y		3.90	3.90		3.90
T	com	T	Y	0	Y		7.80	7.80		7.70
B	com	T	T	0	Y		7.70	7.70		8.50
Ket :										
diisi manual										
lihat keterangan kolom										

Tabel 4.1. Geometri, Pengaturan Lalu Lintas dan Lingkungan Pagi

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>		Tanggal : 02 Juni 2009		Ditangani oleh : Yulita						
FORMULIR SIG-I :		Kota : Kartosuro								
- GEOMETRI		Simpang : A.Yani-Adi Sumarmo								
- PENGATURAN LALULINTAS		Ukuran Kota/jumlah penduduk (isi dalam jutaan) :		0.94						
- LINGKUNGAN		Perihal : 3 fase								
Periode : jam puncak siang										
<b>FASE SINYAL YANG ADA (Gambar sket Fase)</b>										
g = 	g = 	g = 	g = 	Waktu siklus : c 0						
IG= 	IG= 	IG= 	IG= 	Waktu hilang total : LTI = $\sum IG$ = 0						
<b>SKETSA SIMPANG</b>										
										
<b>KONDISI LAPANGAN</b>										
Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Samping (Tinggi/Rendah)	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat ( m )			
							Pendekat $W_A$	Masuk $W_{ENTRY}$	Belok kiri lgs. $W_{LOR}$	Keluar $W_{EXIT}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	com	T	T	0	Y		6.90	6.90		6.80
S	com	T	T	0	Y		3.90	3.90		3.90
T	com	T	Y	0	Y		7.80	7.80		7.70
B	com	T	T	0	Y		7.70	7.70		8.50
Ket : diisi manual lihat keterangan kolom										

Tabel 4.2. Geometri, Pengaturan Lalu Lintas dan Lingkungan Siang

- Kolom (1) : Kode pendekatan yang digunakan untuk penempatan arah (Utara, Selatan, Barat dan Timur).
- Kolom (2) : Tipe lingkungan jalan (COM = Komersial, RES = Permukiman, RA = Akses terbatas).
- Kolom (3) : Tingkat Hambatan Samping (Tinggi: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktivitas disamping jalan pada pendekatan seperti angkutan umum berhenti, perjalanan kaki berjalan sepanjang atau melintasi pendekat, keluar-masuk halaman disamping jalan dsb.  
Rendah: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebutkan diatas).
- Kolom (4) : Median (jika terdapat median pada bagian kanan dari garis henti dalam pendekatan).
- Kolom (5) : Kelandaian (kelandaian dalam %, naik = +%; turun = -%).
- Kolom (6) : Belok Kiri Langsung (LTOR diijinkan Ya/Tidak pada pendekatan).
- Kolom (7) : Jarak ke Kendaraan Parkir (jarak normal antara garis-henti dan kendaraan pertama yang diparkir disebelah hulu pendekatan).
- Kolom (8) : Lebar Pendekata  $W_A$  merupakan lebar dari bagian pendekat diperkeras, diukur dibagian tersempit disebelah hulu (m).
- Kolom (9) : Lebar Pendekat  $W_{MASUK}$  merupakan lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m).
- Kolom (10) : Lebar Pendekat  $W_{LTOR}$  merupakan dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan untuk belok kiri langsung.
- Kolom (11) : Lebar Pendekat  $W_E$  merupakan lebar dari bagian yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap  $W_A, W_{MASUK}$ ,  $W_{LTOR}$  dan gerakan lalu lintas membelok,(m).

## **4.2. Data Arus Lalu Lintas**

Data survei arus lalu lintas simpang kartasura pada jam puncak pagi dan jam puncak siang hari dilapangan dilakukan setiap 15 menit selama 2 jam. Dimulai pagi hari pukul 06.00-08.00 dan siang hari pukul 11.30-13.30. Data berupa volume arus kendaraan yang melewati simpang kartasura. Arus kendaraan yang terdiri dari kendaraan bermotor dan kendaraan tak bermotor. Kemudian data dijadikan dalam satuan smp/jam dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997 (MKJI 1997).

Cara memasukkan hasil survei arus lalu lintas dengan menggunakan MKJI 1997 lebih akurat dan efisien dari pada menghitung dengan secara manual.

Setelah dimasukkan hasil survei didalam MKJI 1997 khususnya dalam SIG II diketahui besarnya arus lalu lintas yang melewati Simpang Kartasura pada jam puncak. Hasil survei data arus lalu lintas Simpang Kartasura pada jam puncak pagi dapat di lihat dalam tabel 4.3. Sedangkan pada jam puncak siang hari dapat dilihat dalam tabel 4.4.







- Kolom (1) : Kode pendekat terdiri arah Utara, Selatan, Barat, Timur.
- Kolom (2) : Arah arus kendaraan terdiri LT/LTOR (belok kiri/belok kiri langsung), ST (lurus), RT (belok kanan).
- Kolom (3) : Jumlah arus kendaraan/jam pada kendaraan ringan (LV).
- Kolom (4) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlindung = 1,0 pada kendaraan ringan (LV) (smp/jam).
- Kolom (5) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlawan = 1,0 pada kendaraan ringan (LV) (smp/jam).
- Kolom (6) : Jumlah arus kendaraan/jam pada kendaraan berat (HV).
- Kolom (7) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlindung = 1,3 pada kendaraan berat (HV) (smp/jam).
- Kolom (8) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlindung = 1,3 pada kendaraan berat (HV) (smp/jam).
- Kolom (9) : Jumlah arus kendaraan/jam pada sepeda motor (MC).
- Kolom (10) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlindung = 0,2 pada sepeda motor (MC) (smp/jam).
- Kolom (11) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlindung = 0,4 pada sepeda motor (MC) (smp/jam).
- Kolom (12) : Hasil total seluruh kendaraan/jam.
- Kolom (13) : Hasil total seluruh kendaraan terlindung (smp/jam).
- Kolom (14) : Hasil total seluruh Kendaraan terlawan (smp/jam).
- Kolom (15) : Rasio kendaraan belok kiri ( $P_{LT}$ ).

$$P_{LT} = \frac{LT(smp / jam)}{Total(smp / jam)}$$

- Kolom (16) : Rasio kendaraan belok kanan ( $P_{RT}$ )

$$P_{RT} = \frac{RT(smp / jam)}{Total(smp / jam)}$$

- Kolom (17) : Jumlah arus kendaraan tak bermotor (UM).

- Kolom (18) : Rasio kendaraan tak bermotor ( $P_{UM}$ ).

$$P_{UM} = \frac{UM}{MV}$$

### 4.3. Data Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Data yang terdiri dari Lalu Lintas Berangkat, Lalu Lintas Dating dan Waktu Merah Semua.

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 02 Juni 2009							
Formulir SIG - III :		Ditangani oleh : Yulita							
WAKTU ANTAR HIJAU		Kota : Kartosuro							
WAKTU HILANG		Simpang : A.Yani-Adi Sumarmo							
		Perihal : 3 fase							
LALULINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG							Waktu merah semua (dtk)
Pendekat	Kecepatan $V_{EV}$ (m/dtk)	Pendekat	Kecepatan $V_{AV}$ (m/dtk)	U	S	T	B		
U	10	Jarak berangkat-datang (m)		10	10	31,2+5-37,8	10		
		Waktu berangkat-datang (dtk)*				3,12+0,5-3,78		0,16	
S	10	Jarak berangkat-datang (m)					20,3+5-16,7		
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					2,03+0,5-1,67	0,85	
T	10	Jarak berangkat-datang (m)			42,5+5-12,8				
		Waktu berangkat-datang (dtk)*			4,25+0,5-1,28			3,47	
B	10	Jarak berangkat-datang (m)		22+5-23,5					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*		2,2+0,5-2,35				0,35	
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (dtk)*							
		Jarak berangkat-datang (m)							

Dari gambar 5.1.

\* Waktu untuk berangkat =  $(L_{EV} + I_{EV}) / V_{EV}$ , dimana  $I_{EV} = 5$  m

Tabel 4.5. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

#### 4.3.1. Waktu Antar Hilang

##### 4.3.1.1. Lalu Lintas Berangkat

Kolom (1) : Pendekat (Utara, Selatan, Barat, dan Timur).

Kolom (2) : Kecepatan  $V_{EV}$  (m/dtk).

Dimana:

$V_{EV}$  : kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat m/det). Namun dalam MKJI untuk nilai  $V_{EV}$  : 10 m/det (kendaraan bermotor), tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi, dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

##### 4.3.1.2. Lalu Lintas Datang

Kolom (1) : Pendekat (Utara, Selatan, Barat dan Timur).

Kolom (2) : Kecepatan  $V_{AV}$  (m/det).

Dimana:

$V_{AV}$  : kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang datang m/det). Namun dalam MKJI untuk nilai  $V_{AV}$  : 10 m/det (kendaraan bermotor), tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi, dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

Kolom (3) : Jarak Berangkat ( $L_{EV}$ ) – Datang ( $L_{AV}$ ) (m)

Dimana:

( $L_{EV}$ ) dan ( $L_{AV}$ ) jarak dari garis henti ke titik konflik masing - masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

$I_{EV}$  : panjang kendaraan yang berangkat (m). Namun dalam MKJI untuk nilai  $I_{EV}$  : 5 m (LV atau HV) dan 2 m (MC atau UM), tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi, dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

Kolom (4) : Waktu Berangkat ( $V_{EV}$ ) – Datang ( $V_{AV}$ ) (m/det).

Dimana:

( $V_{EV}$ ) dan ( $V_{AV}$ ) kecepatan masing -masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det), Namun dalam MKJI untuk nilai  $V_{AV}$  : 10 m/det (kendaraan bermotor),

$V_{EV}$  : 10 m/det (kendaraan bermotor)

3 m/det (kendaraan tak bermotor)

1,2 m/det (perjalan kaki), tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi, dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

#### 4.3.1.3. Waktu Merah Semua

Dapat dimasukkan dalam rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Merah Semua} &= \left[ \frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right] \\ &= \left[ \frac{(20,3 + 5)}{10} - \frac{16,7}{10} \right] \\ &= 0,85\end{aligned}$$

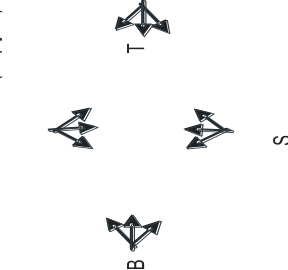
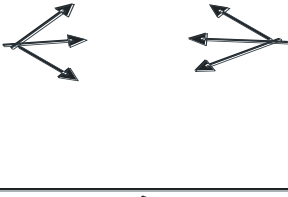
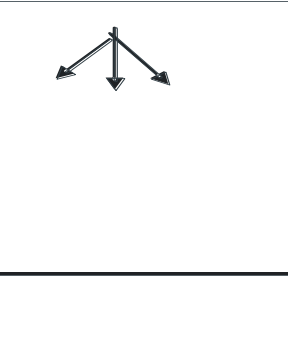
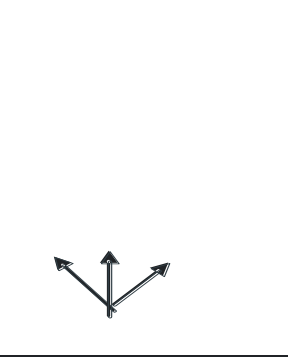
#### 4.3.2. Waktu Hilang

Waktu Hilang (LTI) merupakan jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det).

Waktu Hilang Total (LTI) dapat dihitung dengan waktu merah semua total ditambahkan dengan waktu kuning.

## 4.4. Data waktu Sinyal dan Kapasitas

Tabel Formulir SIG- IV

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal : 02 Juni 2009		Ditangani oleh : Yulita														
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL										Kota : Kartosuro		Perihal : 3 fase														
KAPASITAS										Simpang : A.Yani-Adi Sumarmo		Periode : jam puncak pagi														
Distribusi arus lalu lintas(smp/jam)					Fase 1					Fase 2					Fase 3					Fase						
																										
Kode Pen-dekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pen-dekat (P / O)	Rasio kendaraan berbelok		Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam Hijau										Arus lalu lintas smp/j	Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det	Kapa-sitas smp/j C =	Derajat jenuh DS=			
			P <sub>LTOR</sub>	P <sub>LT</sub>	P <sub>RT</sub>	Q <sub>RT</sub>		Q <sub>RTO</sub>	W <sub>E</sub>	Nilai dasar		Faktor Penyesuaian		Nilai disesuaikan												
							Ukuran kota			F <sub>CS</sub>	Hambatan Samping	F <sub>SG</sub>	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri	F <sub>P</sub>	F <sub>RT</sub>							F <sub>LT</sub>	S	
																										(1)
U	1	O	0.278	0.000	0.391	234	27	6.90	0.94	0.820	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2172	665	0.306	0.396	42	569	1.169				
S	1	O	0.112	0.000	0.066	27	234	3.90	0.94	0.810	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	973	372	0.382	0.495	52	313	1.188				
T	2	P	0.046	0.000	0.247	0	0	7.80	0.94	0.900	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	3920	645	0.165	0.214	23	552	1.168				
B	3	P	0.290	0.000	0.007	0	0	7.70	0.94	0.880	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	3631	816	0.225	0.291	31	682	1.196				
Waktu hilang total			15		Waktu siklus pra penyesuaian c <sub>pra</sub> (det)		120.8												IFR =		Total g =		148			
LTI (det )					Waktu siklus disesuaikan c (det)		163												0.772							

Tabel Formulir SIG - IV

SIMPANG BERSINYAL																						
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL																						
KAPASITAS																						
Tanggal : 02 Juni 2009																						
Ditangani oleh : Yulita																						
Kota : Kartosuro																						
Perihal : 3 fase																						
Simpang : A.Yani-Adi Sumarmo																						
Periode : jam puncak siang																						
Distribusi arus lalu lintas(smp/jam)																						
Fase 1																						
Fase 2																						
Fase 3																						
Fase																						
Kode	Hijau	Tipe	Rasio kendaraan		Arus RT smp/j		Lebar efektif	Arus enjuh smp/jam Hijau						Arus	Rasio Arus	Rasio fase	Waktu hijau	Kapa- sitas	Derajat			
Pen- dekat	Pen- dekat	Pen- dekat	berbelok		Arah dari	Arah lawan	(m)	Nilai dasar	Faktor-Penyesuaian			Nilai	lalu lintas smp/j	FR =	PR =	det	smp/j	DS =				
no.	(P / O)						Semua tipe pendekatan	Hanya tipe P		disesu- aikan												
							Ukuran kota	Hambatan kelan- Samping daian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri	smp/jam hijau	Q	Q/S	FR <sub>car</sub> IFR	g	Sxg/c	Q / C				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	1	o	0.223	0.000	0.497	367	31	6.90	3104	0.94	0.810	1.00	1.00	1.00	1.00	2363	763	0.323	0.387	58	649	1.176
S	1	o	0.203	0.000	0.101	31	367	3.90	1414	0.94	0.860	1.00	1.00	1.00	1.00	1143	289	0.253	0.303	45	249	1.161
T	2	p	0.018	0.000	0.246	0	0	7.80	4680	0.94	0.870	1.00	1.00	1.00	1.00	3827	1029	0.269	0.323	48	872	1.180
B	3	p	0.264	0.000	0.014	0	0	7.70	4620	0.94	0.910	1.00	1.00	1.00	0.96	3794	916	0.241	0.290	43	786	1.165
Waktu hilang total									Total g =													195
LTI / ( det )									IFR =													0.833
15									Waktu siklus pra penyesuaian C <sub>ua</sub> (det)													?FR <sub>CRIT</sub>
15									Waktu siklus disesuaikan c (det)													

Tabel 4.7. Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas Siang

- Kolom (1) : Pendekat (Utara,Selatan, Barat dan Timur).
- Kolom (2) : Nomor dari fase yang masing-masing pendekat atau gerakannya mempunyai nyala hijau.
- Kolom (3) : Tipe dari setiap pendekat, pelindung (P) atau terlawan (O).
- Kolom (4) : Rasio kendaraan berbelok kiri langsung ( $P_{L\text{TOR}}$ ).
- Kolom (5) : Rasio kendaraan berbelok kiri ( $P_{LT}$ ).
- Kolom (6) : Rasio kendaraan berbelok kanan ( $P_{RT}$ ).
- Kolom (7) : Arus lurus arah dari.
- Kolom (8) : Arus lurus arah dalam.
- Kolom (9) : Lebar efektif  $W_E$  (m).
- Kolom (10) : Nilai dasar ( $S_0$ )

Untuk tipe arus terlindung (P)

$$S_0 = 600 \times W_E$$

$$= 600 \times 7,80 = 4680 \text{ smp/jam}$$

Dapat pula dilihat dari grafik 2.2

Sedangkan untuk arus terlawan (O) dapat dicari dengan menggunakan grafik MKJI.

- Kolom (11) : Tipe pendekat ukuran kota ( $F_{CS}$ ) dapat dilihat dalam tabel 2.3.
- Kolom (12) : Tipe pendekat Hambatan Samping ( $F_{SF}$ ) dapat dilihat dalam tabel 2.4.
- Kolom (13) : Tipe pendekat Kelandaian ( $F_G$ ) dapat dilihat dalam grafik 2.4.
- Kolom (14) : Tipe pendekat Pakir ( $F_P$ ) dapat dilihat dalam grafik 2.5. dan dapat dicari dengan rumus:
- Kolom (15) : Tipe pendekat terlindung belok kanan ( $F_{RT}$ ) dapat dilihat dalam grafik 2.6.
- Kolom (16) : Tipe pendekat terlindung belok kiri ( $F_{LT}$ ) dapat dilihat dalam grafik 2.7.
- Kolom (17) : Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) dapat dihitung dengan rumus:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

- Kolom (18) : Arus lalu lintas (Q) smp/jam.
- Kolom (19) : Rasio arus (FR), dihitung dengan rumus:

$$FR = Q/S$$

Kolom (20) : Rasio fase (PR).

Kolom (21) : Waktu hijau (det).

Kolom (22) : Kapasitas (C), dihitung dengan rumus:

$$C = S \times g / c$$

kolom (23) : Derajat kejenuhan (DS), dapat dihitung dengan rumus:

$$DS=Q/C$$



#### 4.5. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan

Formulir SIG - V

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal : 02 Juni 2009		Ditangani oleh : Yulita			
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN										Kota : Kartosuro		Kondisi Eksisting			
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI										Simpang : A.Yani-Adi Sumarmo		Periode : jam puncak pagi			
TUNDAAN										Waktu siklus :					
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp /jam C	Derajat Kejuhan DS= Q/C	Rasio Hijau GR= g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian ( m )	Angka Henti stop/smp NS	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam N <sub>sv</sub>	Tundaan				
					NQ <sub>1</sub>	NQ <sub>2</sub>	Total NQ= NQ <sub>1</sub> +NQ <sub>2</sub> lihat gb e22				Tundaan geo- metrik rata-rata det/smp DT	Tundaan rata-rata det/smp D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	665	569	1.169	0.26	51.7	31.9	83.6	113.1	328	2.504	1665	391.1	6.5	397.6	264413
S	372	313	1.188	0.32	32.8	18.5	51.2	70.6	362	2.744	1021	437.7	10.3	448.0	166643
T	645	552	1.168	0.14	50.2	30.0	80.1	108.6	278	2.474	1596	399.2	7.7	407.0	262484
B	816	682	1.196	0.19	70.4	38.6	109.0	146.5	381	2.661	2171	440.6	10.6	451.2	368147
LTOR(semua)	462											0.0	6.0	6.0	2769
Arus total. Q tot.										Total :	6453			Total :	1064456
Arus kor. Q kor.	2960									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	2.18			Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :	359.67

Tabel 4.8. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan Pagi

# Formulir SIG - V

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal : 02 Juni 2009		Ditangani oleh : Yulita			
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN										Kota : Kartosuro		Kondisi Eksiting			
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI										Simpang : A.Yani-Adi Sumarmo		Periode : jam puncak siang			
TUNDAAN										Waktu siklus :					
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp / jam C	Derajat Kejenuhan DS= Q/C	Rasio Hijau GR= g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian ( m ) QL	Angka Henti stop/smp NS	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam N <sub>sv</sub>	Tundaan				
					NQ <sub>1</sub>	NQ <sub>2</sub>	Total NQ= NQ <sub>1</sub> +NQ <sub>2</sub>				Tundaan lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	763	649	1.176	0.28	60.6	47.8	108.4	145.7	422	2.189	1670	417.8	5.2	423.0	332774
S	289	249	1.161	0.22	23.5	17.7	41.2	57.4	294	2.195	634	426.0	8.1	434.0	125440
T	1029	872	1.180	0.23	82.1	63.5	145.6	194.6	499	2.181	2244	424.6	7.0	431.5	444051
B	916	786	1.165	0.21	68.8	55.9	124.7	167.2	434	2.098	1922	402.3	8.3	410.6	376112
LTOR(semua)	474											0.0	6.0	6.0	2841.6
Arus total. Q tot.										Total :	6470			Total :	1271218
Arus kor. Q kor.	3471									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	1.86			Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :	366.28

Tabel 4.9. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan Siang

- Kolom (1) : Kode pendekat terdiri arah Utara, Selatan, Barat, Timur.
- Kolom (2) : Arus lalu lintas (Q) smp/jam.
- Kolom (3) : Kapasitas (C), dihitung dengan rumus:
- $$C = S \times g / c$$
- Kolom (4) : Derajat kejenuhan (DS), dapat dihitung dengan rumus:
- $$DS=Q/C.$$
- Kolom (5) : Rasio hijau (GR),dapat dihitung dengan rumus:
- $$GR=g/c.$$
- Kolom (6) : jumlah kendaraan antri (smp) ( $NQ_1$ ) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya, dapat dihitung dengan rumus:
- $$NQ_1 = 0,25 \times c \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right].$$
- Kolom (7) : jumlah kendaraan antri (smp) ( $NQ_2$ ) yang datang selama fase merah, dapat dihitung dengan rumus:
- $$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} ..$$
- Kolom (8) : jumlah kendaraan antri yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp) ditambah jumlah kendaraan antri yang datang selama fase merah, dapat dihitung dengan rumus:
- $$NQ = NQ_1 \times NQ_2 ..$$
- Kolom (9) : Jumlah arus kendaraan antri max ( $NQ_{MAX}$ ), dapat dilihat dengan grafik 2.10.
- Kolom (10) : Panjang antrian dengan mengalikan dengan luas rata-rata yang digunakan per smp (20m<sub>2</sub>).
- Kolom (11) : Angka henti masing-masing pendekat. .
- Kolom (12) : Angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpng total..
- Kolom (13) : Tundaan lalu lintas rata-rata pendekatan (DT) pengarud timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya..
- Kolom (14) : Tundaan geometri rata-rata (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang.

Kolom (15) :Tundaan rata-rata (smp/det), dapat dihitung dengan rumus:  
$$D = DT+DG$$

Kolom (16) : Tundaan total (smp/det),dapat dihitung dengan rumus:  
$$D \times Q.$$

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang dilakukan tentang kinerja dan manajemen pada simpang Kartasura maka dapat disimpulkan pada dasarnya kurang efisien ,jika dilihat dari nilai derajat kejenuhan (DS) yang melebihi angka yang diijinkan yaitu 0,85. Derajat kejenuhan terbesar terjadi pada semua pendekat pada jam puncak pagi dan siang, dimana pada arus jenuh MKJI 1997 didapatkan 1,19 yang berarti telah melewati DS yang disyaratkan MKJI 1997 ( $<0,85$ ). Pada pukul 06.00-08.00 WIB terjadi kapasitas sebesar 569 pada lengan Utara, 313 lengan Selatan, 552 lengan Timur, 682 lengan Barat, kendaraan terhenti rata-rata 2,18 stop/smp, tundaan simpang rata-rata 359,67 det/smp, dan arus koordinat sebesar 2960. Sedangkan pada pukul 11.30-13.30 WIB terjadi kapasitas sebesar 649 lengan Utara, 249 lengan Selatan, 872 lengan Timur, 786 lengan Barat, kendaraan terhenti rata-rata 1,86 stop/smp, tundaan simpang rata-rata 366,28 det/smp, dan arus koordinat 3471.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disarankan:

1. Sebelum menganalisa dan memasukkakan data lapangan sebaiknya kita usahakan untuk mendapatkan data selengkap Mungkin.
2. Menganalisis data lebih baik menggunakan KAJI (MKJI) dan bukan menggunakan analisa secara manual.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terutama pada faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja simpang bersinyal pada MKJI 1997.

4. Menerapkan sistem pengaturan simpang terisolasi yang memungkinkan terjadinya peningkatan volume kendaraan dan ruas jalan serta jalur dimana terjadi konflik disaat arus paling jenuh

## **PENUTUP**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran ALLAH SWT atas rahmat dan berkatat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan dalam dasar teori maupun kekurangtelitian dalam perhitungan. Untuk itu kami mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhirnya penyusun berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua pihak, khususnya bagi penyusun sendiri dan bagi semua civitas akademika Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Nurtomo Firrisky, 2002, *Efektivitas pengguna nyala kuning pada simpang bersinyal*, Fakultas Teknik Program studi tekhn sipil universitas katolik parahyangan, Bandung.
- Fandi Moehamad, 2007, *Koordinasi Simpang PKU dengan Simpang Tugu Kartasura*, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Gersom Antonius, 2007, *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal berbundaran Kecil (Studi Kasus Simpang Jl. A. Yani – Jl. Adi Sucipto solo)*, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- MKJI, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia* , DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDRAL BINA MARGA , Jakarta.
- Rahmat S Pramagista, 2007, *Validasi Arus Jenuh pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Jalan Jendral Ahmad Yani dan Jalan Mayjen D.I. Panjaitan Surakarta)*, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

<http://google earth.com.> / Kartasura.